

**SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES APLICADAS AL DISEÑO Y
LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS INSTITUCIONALES EN LA REGIÓN**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO
CIVIL**

JERSON A. OROSTEGUI JAIMES

MANUEL A. ZAPATA BARROSO.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

BUCARAMANGA

2010

**SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES APLICADAS AL DISEÑO Y
LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS INSTITUCIONALES EN LA REGIÓN**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO
CIVIL**

JERSON A. OROSTEGUI JAIMES

MANUEL A. ZAPATA BARROSO.

DIRECTOR

ALDEMAR REMOLINA

Director Facultad De Ingeniería Civil.

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

BUCARAMANGA

2010

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Jurado 1

Jurado 2

Bucaramanga, febrero de 2010

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres que siempre fueron un apoyo incondicional durante mi época de crisis, dándome fuerzas para seguir siempre adelante y poder concluir mi carrera.

A mis hijos que en el poco tiempo que llevan de vida, han sido el complemento y mi motivación para seguir avanzando con mis nuevas metas trazadas.

Jerson A. Orostegui Jaimes, por toda su colaboración y dedicación puesta en este trabajo.

Al Ingeniero Civil, Aldemar Remolina Millán, por toda su paciencia y tiempo que nos fue dedicado para la elaboración de este proyecto de investigación.

Además a mis familiares, al Ingeniero Rafael Ortiz que siempre creyeron en mí, para poder lograr la culminación de mi carrera.

Manuel A. Zapata Barroso.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quiero agradecer a dios por permitirme dar un paso más en mi vida, logrando todos mis objetivos en mi vida universitaria, pues sin su ayuda este logro tan importante no se pudiese haber conseguido.

A mi familia que son un pilar fundamental en mi vida y es gracias a su apoyo que hoy puedo decir que he terminado un capitulo principal de mi vida, un saludo muy especial a mi abuela quien ha sido y será una persona muy importante para mi pues con sus consejos y su apoyo he logrado salir adelante.

A todos mis amigos de universidad que compartieron conmigo grandes experiencias y grandes momentos los cuales llevo conmigo hacia donde el destino me lleve sabiendo que algún día nos volveremos a encontrar como profesionales y amigos.

Gracias a todos por apoyarme.

JERSON A. OROSTEGUI JAIMES

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	12
JUSTIFICACIÓN.....	15
OBJETIVOS	16
GENERAL.....	16
ESPECIFICOS.....	16
1. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE	17
1.1 CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL.....	17
1.1.1 CARACTERISTICAS	18
1.1.2 MATERIALES DE CONSTRUCCION	19
1.1.3 SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN.....	23
1.1.4 IMPACTOS DE LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL	27
1.2 CONSTRUCCION SOSTENIBLE	28
1.2.1 TENDENCIAS.....	29
1.2.2 REQUERIMIENTOS DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE	32
1.2.3 ORGANIZACIONES PROMOTORAS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	34
1.3 SISTEMAS DE CERTIFICACION	36
1.3.1 SISTEMA LEED.....	36
1.3.2 OTROS SISTEMAS DE CERTIFICACION.....	39
1.4 CIFRAS DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE.....	40
1.5 EJEMPLOS DE CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES EN EL MUNDO.....	43
1.6 LEAN CONSTRUCCION	48
1.6.1 EJEMPLOS DE APLICACIONES.....	49
2. ANALISIS ENTRE CONSTRUCCION SOSTENIBLE Y CONSTRUCCION TRADICIONAL	51
2.1 VENTAJAS DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE	<u>52</u>

2.2 ANÁLISIS DE LAS BARRERAS PARA IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.....	55
2.3. POSIBLES SOLUCIONES.....	56
3. INVENTARIOS DE RECURSOS Y TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE EN LA REGION.....	58
3.1 TECNOLOGIAS EN EL PAIS:.....	58
3.2 INVENTARIOS DE RECURSOS.....	59
4. AHORROS.....	74
4.1 SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA	74
4.2 AGUA POTABLE	79
4.3 REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE.....	84
5. CONCLUSIONES	86
6. RECOMENDACIONES	88
7. BIBLIOGRAFIA	91

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Costos de proyectos sobre construcción sostenible.....	41
Tabla 2. Estimación de desperdicios en obras de edificación, Sao Paulo-Brasil. Picchi 1993.....	50
Tabla 3. Iluminación eléctrica.....	74
Tabla 4. Energía eléctrica.....	77
Tabla 5. Sistema de agua potable.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Edificio en construcción en Melbourne.....	17
Figura 2. Bloques de concreto usados en mampostería estructura.....	24
Figura 3: edificio multifamiliar en mampostería reforzada.....	24
Figura 4. Esquema estructural de casa unifamiliar mampostería confinada.....	25
Figura 5. Edificio sostenible HSBC en la Ciudad de México.....	44
Figura 6. Edificio sostenible HSBC en la Ciudad de México.....	45
Figura 7.OXO 67, Centro empresarial y hotelero, Bogotá, Colombia.....	46
Figura 8. Colegio San José, Barran.....	46
Figura 9. Agencia Nacional de Hidrocarburos Bogotá.....	47
Figura 10. Edificio de Oficinas Alpina Sopó, Cundinamarca.....	47
Figura 11. Edificaciones Lean Construcción.....	49
Figura 12. Consumo en % de los edificios tradicionales sobre los recursos...	53
Figura 13. Bombillo ahorrador de energía.....	60
Figura 14. Panel solar.....	60
Figura 15. Ventanas de vidrio laminado.....	62
Figura 16. Control solar pasivo.....	63
Figura 17. Orinal seco.....	64
Figura 18. Econowater.....	65
Figura 19. Grifería con sensor infrarrojo de movimiento.....	65

Figura 20. Grifería Antivandálicas.....	66
Figura 21. Inodoro ahorrador de agua.....	67
Figura 22. Sensores de iluminación.....	68
Figura 23: Especificación del diseño de trampa de grasas con rejilla.....	69
Figura 24. Casa con paneles solares.....	70
Figura 25. Casa con techo verde.....	71
Figura 26. Vista en planta del sistema de trampa de grasas con rejillas.....	71
Figura 27: sistema de recolección de aguas lluvias y residuales.....	72

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1A. Energía y atmosfera (EA).....	95
Anexo 1B. Materiales y recursos (MR).....	96
Anexo 2.Descripción de sensores de tecnología infrarroja.....	97
Anexo 3 Descripción de inodoros.....	98
Anexo 4: Descripción de iluminación.....	99
Anexo 5: Descripción de aguas	100

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES
APLICADAS AL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION DE
EDIFICIOS INSTITUCIONALES EN LA REGIÓN

AUTOR: JERSON A. OROSTEGUI JAIMES
MANUEL A. ZAPATA BARROSO.

FACULTAD: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR: ALDEMAR REMOLINA

RESUMEN

El siguiente trabajo está enfocado hacia la aplicación de sistemas sostenibles a construcciones tradicionales, con el fin de convertirlas en construcciones sostenibles, se da entonces gran importancia a la certificación LEED, cuyos requerimientos son la base de producir edificaciones sostenibles, y se enmarcan en tecnologías que reduzcan el uso de recursos naturales y que a su vez los aprovechen, sin alterar de manera importante el medio ambiente en cada uno de sus sistemas; se ven entonces tecnologías para el ahorro de agua potable, como son: recolección y tratamiento primario de aguas grises y de aguas lluvias. Para el ahorro de energía eléctrica se utilizan sistemas de paneles solares aprovechando la energía solar, ventanales sirviendo la iluminación del día, y sensores electrónicos.

Para ello se toman como ejemplo las edificaciones sostenibles existentes a nivel nacional e internacional, que ofrecen información del procedimiento que se llevo a cabo para la elaboración de construcciones sostenibles, dentro del cual se muestran materiales, recursos y tecnologías, algunas ya mencionadas. Sin embargo; estas son pocas a nivel mundial ya que requieren una inversión monetaria importante que las personas y las empresas no están dispuestas a asumir sin tener en cuenta que la inversión realizada se recupera a mediano y largo plazo y luego se obtienen ganancias, a demás de promover el mejoramiento del medio ambiente y de la salud pública.

Palabras Claves: certificación LEED , energía solar, construcción sostenible, lean construction, reciclaje de materiales.

GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE

TITULO: SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLES
APLICADAS AL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION DE
EDIFICIOS INSTITUCIONALES EN LA REGIÓN

AUTOR: JERSON A. OROSTEGUI JAIMES
MANUEL A. ZAPATA BARROSO.

FACULTAD: CIVIL ENGINEERING

DIRECTOR: ALDEMAR REMOLINA

ABSTRACT

The following work is focused on the implementation of sustainable Systems for traditional buildings, in order to make them sustainable buildings, is then given great importance to LEED certification, whose requirements are the basis of producing sustainable buildings and are set in Technologies that reduce natural resource use and in turn to profit, without significantly altering the environment in each of their systems; are then saving technology of drinking water, including collection and primary treatment of greywater and rainwater. For power saving Systems are used solar panels harness solar energy, serving large Windows lighting the day, and Electronic sensors.

This example is taken as sustainable buildings existing national and international levels, providing information of the procedure was carried out for the development of sustainable buildings within which to show materials, resources and technologies, some already mentioned. However , these are few globally as they require significant monetary investment that individuals and companies aren't willing to take without taking into account that the investment is recovered in the medium and long term and then make money, to others to promote improved environmental and public health.

Key words: LEED certification, solar energy, lean construction, reciclaje de materiales.

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción ha sido uno de los ejes principales en el desarrollo y evolución de la sociedad a través de la historia y avanza constantemente convirtiéndose en un sector cada vez más eficiente y eficaz gracias al uso de nuevos sistemas y tecnologías cuyo impacto ambiental es mucho menor que el producido por el sistema tradicional de construcción.

Entre estos sistemas amigables con el ambiente se encuentran los sistemas de Construcción Sostenible cuyos procesos constructivos se ven como el camino más viable y seguro para poder responder a las necesidades de la sociedad y del medio ambiente.

La implementación de sistemas de construcción sostenible es el tema que se desarrolla en este trabajo. En él se resalta la eficiencia con la cual los edificios utilizan recursos mientras se reducen los impactos negativos tanto en la salud de sus ocupantes como en el medio ambiente.

El alcance del proyecto se limitó a realizar una descripción de la construcción sostenible, se hizo un análisis entre la construcción sostenible y la construcción tradicional y finalmente se realizó un inventario de recursos y tecnologías sostenibles en la región.

El primer capítulo trata del estado del arte de la construcción tradicional y la construcción sostenible, el segundo capítulo realiza un análisis entre la construcción sostenible y la tradicional, en el tercer capítulo se hace un inventario de recursos y tecnologías en la región y por último el cuarto capítulo hace una pequeña propuesta de aplicación de algunas tecnologías en edificaciones con las cuales se obtienen ahorros económicos.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo económico, tecnológico e industrial de una región lleva consigo un aporte importante de contaminación al medio ambiente por parte de emisiones de alta concentración de gases, alta producción de residuos sólidos (basuras), vertimientos de aguas residuales y sustancias químicas, entre otros factores.

La construcción es uno de los sectores que determinan dicho desarrollo, razón por la cual su proceso también acarrea un deterioro medioambiental causado por el uso de materiales difícilmente reciclables y cuyos desechos incrementan la cantidad de basura en las ciudades y repercuten en la salud de sus habitantes. Materiales como el acero, el concreto y el ladrillo implican actividades que consumen altos niveles de energía que contribuyen al deterioro ambiental y al calentamiento global.

Como parte de la solución de esta problemática se propone la aplicación de sistemas de construcción sostenibles al diseño y construcción de edificios institucionales en la región haciendo énfasis en el sistema de certificación LEED. Con esto se busca promover los sistemas de construcción sostenibles como una manera de mejoramiento y optimización de las tecnologías y diseños de las construcciones tradicionales para edificios institucionales en la región.

La racionalización de los recursos naturales y económicos que se traduce en un ahorro de los mismos, y el impulso del progreso tecnológico son algunos de los beneficios a obtener con esta implementación, minimizando, de esta manera, el actual grado de contaminación ambiental.

OBJETIVOS

GENERAL.

- Adaptar sistemas de construcción sostenibles al diseño y a la construcción de edificios institucionales en la región.

ESPECIFICOS.

- Revisar el estado del arte aplicado en las técnicas de construcción y materiales disponibles en la región.
- Realizar un análisis comparativo entre la técnica tradicional de construcción y el sistema de construcción sostenible.
- Analizar las barreras para implementar el sistema de construcción sostenible, y las posibles soluciones.
- Proponer tecnologías de construcción basadas en los sistemas de construcción sostenibles
- Recomendaciones para la implementación y adaptación de los métodos de construcción sostenibles en la región

1. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

1.1 CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

El uso más habitual del término construcción se refiere al arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras. En un sentido más amplio, se denomina construcción a todo aquello que exige, antes de hacerse, tener o disponer de un proyecto o plan predeterminado, o que se hace uniendo diversos componentes según un orden determinado.

Los primeros materiales empleados por el hombre fueron el barro, la piedra, y fibras vegetales como madera o paja. Los primeros materiales manufacturados por el hombre probablemente hayan sido los ladrillos de barro (adobe), que se remontan hasta el 13.000 a. C.¹ mientras que los primeros ladrillos de arcilla cocida que se conocen datan del 4.000 a. C.¹

Figura 1. Edificio en construcción en Melbourne



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Construcci%C3%B3n>

¹<http://es.wikipedia.org/wiki/Construcci%C3%B3n>

La construcción se encamina a un futuro donde la mano de obra tradicional se reemplazará por sistemas integrados de construcción y aparatos más sistematizados, lo que disminuye el margen de errores e incrementa la calidad y la magnitud de las edificaciones.

1.1.1 CARACTERISTICAS

La construcción comprende el conjunto de técnicas, materiales, procesos, artes y oficios aplicados necesarios para constituir edificios u obras públicas. Para ello se requiere tener en cuenta las propiedades del terreno y de los materiales de construcción, los condicionantes de los diferentes procesos o técnicas aplicadas a cada parte de la obra, así como las condiciones estructurales y ambientales a las que se ve expuesto el edificio a lo largo de su vida útil.

La industria de la construcción interviene de manera positiva en el crecimiento económico y en el progreso de la región en donde se desarrolla. No obstante, una de sus desventajas es la generación de grandes cantidades de residuos provenientes del uso de materiales poco amigables con el medio ambiente. Estos materiales se obtienen de materias primas abundantes y de bajo costo debido al alto consumo de ellos en edificaciones. Es el caso de elementos como la arena, la arcilla y la piedra los cuales cumplen con esta característica y además satisfacen requisitos tales como la dureza, la resistencia mecánica, la resistencia al fuego, o la facilidad de limpieza.

1.1.2 MATERIALES DE CONSTRUCCION

Casi todas las grandes estructuras se fabrican con acero y hormigón. Grandes cantidades de hormigón forman sólidos cimientos. Los muros, columnas y arcos de hormigón se refuerzan con acero. La madera, el ladrillo, el vidrio y baldosa se usa en construcciones pequeñas, sobre todo en la construcción modular, que es fuerte y ligera.

Los materiales de construcción se pueden clasificar en diversos grupos²:

- ✓ **Arena:** Se emplea arena como parte de morteros y hormigones de este compuesto químico se obtiene:
 - Vidrio, material transparente obtenido del fundido de sílice.
 - Fibra de vidrio, utilizado en construcción como aislante térmico.
 - Vidrio celular, un vidrio con burbujas utilizado como aislante.

- ✓ **Arcilla:** su granulometría es mucho más fina que la de la arena, y cuando está húmeda es de consistencia plástica. La arcilla mezclada con polvo y otros elementos del propio suelo forma el barro, material que se utiliza de diversas formas:
 - Barro, compactado "in situ" produce tapial
 - Cob, mezcla de barro, arena y paja que se aplica a mano para construir muros.
 - Adobe, ladrillos de barro, o barro y paja, secados al sol.

²<http://www.lablaa.org/blaavirtual/ayudadetareas/matcon/indice.htm>

Cuando la arcilla se calienta a elevadas temperaturas (900°C o más), ésta se endurece, creando los materiales cerámicos:

- Ladrillo, ortoedro que conforma la mayoría de paredes y muros.
 - Teja, pieza cerámica destinada a canalizar el agua de lluvia hacia el exterior de los edificios.
- ✓ **Piedra:** La piedra se puede utilizar directamente sin tratar, o como materia prima para crear otros materiales. Entre los tipos de piedra más empleados en construcción se destacan:
- Granito, actualmente usado en suelos (en forma de losas), aplacados y encimeras. Esta piedra suele fabricarse el adoquín, ladrillo de piedra con el que se pavimentan algunas calzadas.
 - Mármol, piedra muy apreciada por su estética, se emplea en revestimientos. En forma de losa o baldosa.
 - Pizarra, alternativa a la teja en la edificación tradicional. También usada en suelos.

La piedra en forma de guijarros redondeados se utiliza como acabado protector en algunas cubiertas planas, y como pavimento en exteriores. También es parte constitutiva del hormigón.

- Grava, normalmente canto rodado.

Mediante la pulverización y tratamiento de distintos tipos de piedra se obtiene la materia prima para fabricar la práctica total de los conglomerantes utilizados en construcción³:

- Cal.
- Yeso.
- Cemento.

³<http://www.lablaa.org/blaavirtual/ayudadetareas/matcon/indice.htm>

- ✓ **El cemento:** se usa como conglomerante en diversos tipos de materiales:
 - Piedra artificial, piezas prefabricadas con cemento y diversos tipos de piedra.
 - Fibrocemento, lámina formada por cemento y fibras prensadas. Antiguamente de amianto, actualmente de fibra de vidrio.

- ✓ **Mortero:** una pasta empleada para fijar todo tipo de materiales (ladrillos, baldosas, etc), y también como material de revestimiento (enfoscado) cuando yeso y cal no son adecuados, como por ejemplo en exteriores, o cuando se precisa una elevada resistencia o dureza.

- ✓ **Hormigón:** se utiliza solo o armado.
 - Hormigón en masa, empleado sólo como relleno.
 - Hormigón armado, el sistema más utilizado para erigir estructuras
 - GRC, un hormigón de árido fino armado con fibra de vidrio
 - Bloque de hormigón, similar a un ladrillo grande, pero fabricado con hormigón.

- ✓ **Metálicos:** los más utilizados son el hierro y el aluminio. El primero se alea con carbono para formar:
 - Acero, empleado para estructuras, ya sea por sí solo o con hormigón, formando entonces el hormigón armado⁴.
 - Perfiles metálicos
 - Redondos
 - Acero inoxidable
 - Acero cortén.

⁴<http://www.arqhys.com/construccion/metalicos-materiales.html>

- ✓ **Orgánicos:** fundamentalmente la madera y sus derivados, aunque también se utilizan o se han utilizado otros elementos orgánicos vegetales, como paja, bambú, corcho, lino, elementos textiles o incluso pieles animales.

- ✓ **Sintéticos:** fundamentalmente plásticos derivados del petróleo, aunque frecuentemente también se pueden sintetizar. Son muy empleados en la construcción debido a su inalterabilidad, lo que al mismo tiempo los convierte en materiales muy poco ecológicos por la dificultad a la hora de reciclarlos. También se utilizan alquitranes y otros polímeros y productos sintéticos de diversa naturaleza.
 - PVC o policloruro de vinilo, con el que se fabrican carpinterías y redes de saneamiento, entre otros.
 - Suelos vinílicos, normalmente comercializados en forma de láminas continuas.

 - Polietileno muy usado como barrera de vapor, tiene también otros usos
 - Polietileno empleado como aislante térmico
 - Polietileno expandido material de relleno de buen aislamiento térmico.
 - Polipropileno como sellante, en canalizaciones diversas, y en geotextiles
 - Poliuretano, en forma de espuma se emplea como aislante térmico. Otras formulaciones tienen diversos usos.

 - Poliéster, con él se fabrican algunos geotextiles.
 - ETFE, como alternativa al vidrio en cerramientos, entre otros.
 - EPDM, como lámina impermeabilizante y en juntas estancas.
 - Neopreno, como junta estanca, y como "alma" de algunos paneles sándwich.

- Resina epoxi, en pinturas, y como aglomerante en terrazos y productos de madera.
- Acrílicos, derivados del propileno de diversa composición y usos:
 - Metacrilato, plástico que en forma transparente puede sustituir al vidrio.
 - Pintura acrílica, de diversas composiciones.
- Silicona, polímero del silicio, usado principalmente como sellante e impermeabilizante.
- Asfalto en carreteras, y como impermeabilizante en forma de lámina y de imprimación.

1.1.3 SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN

Los sistemas de construcción son la agrupación de diferentes técnicas y herramientas las cuales se utilizan para dar forma a un proyecto constructivo estos sistemas han ido evolucionando a medida que transcurre el tiempo y las técnicas y las herramientas que los conforman van avanzando entre los sistemas mas conocidos están las mamposterías entre las cuales tenemos:

✓ MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

La mampostería es la unión de bloques o ladrillos de arcilla o de concreto con un mortero para conformar sistemas monolíticos tipo muro, que pueden resistir acciones producidas por las cargas de gravedad o las acciones de sismo o viento.⁵

⁵<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/MAMPOSTERIA%20ESTRUCTURAL.html>.

Figura 2. Bloques de concreto usados en mampostería estructural



Fuente:<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/MAMPOSTERIA%20ESTRUCTURAL.htm>

Modernamente, se aprovechan los ladrillos de arcilla y los bloques de concreto de gran resistencia, unidos mediante morteros de cemento. El muro así ensamblado se considera un elemento monolítico, siempre y cuando las uniones de las juntas puedan garantizar la transmisión de esfuerzos entre las piezas individuales, sin fallas o deformaciones considerables.

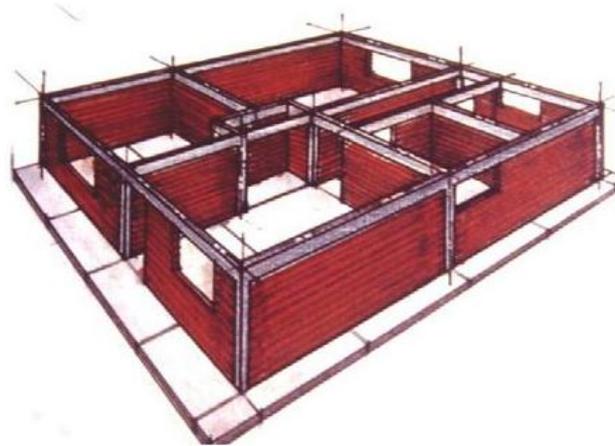
Figura 3: edificio multifamiliar en mampostería reforzada



Fuente:<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/MAMPOSTERIA%20ESTRUCTURAL.html>.

- ✓ **Mampostería confinada.** Es la mampostería con elementos de concreto reforzado (vigas y columnas de amarre), en su perímetro, vaciados después de construir el muro de mampostería simple. En nuestro medio, la mampostería confinada es la más común y con ella se construyen la mayor parte de las viviendas de uno y dos pisos, se hace con bloques de arcillacocidos de huecos horizontales, de resistencia mediana o con bloques de mortero, contruidos artesanalmente, de baja resistencia y poca estabilidad dimensional. Ya se usan bloques de concreto, fabricados con tecnología adecuada y que permiten obtener buenas resistencias y durabilidad.

Figura 4. Esquema estructural de casa unifamiliar en mampostería confinada



Fuente:<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/MAMPOSTERIA%20ESTRUCTURAL.html>.

- ✓ **La mampostería de cavidad reforzada.** Es la construcción realizada con dos paredes de piezas de mampostería, separadas por un espacio continuo de concreto reforzado en funcionamiento compuesto.
- ✓ **Mampostería simple.** Es el tipo de mampostería estructural sin refuerzo. Los esfuerzos dominantes son de compresión los cuales deben contrarrestar los esfuerzos de tensión producidos por las fuerzas horizontales.
- ✓ **Mampostería reforzada:** El sistema de mampostería reforzada se fundamenta en la construcción de muros con piezas de mampostería de

perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzadas internamente con barras y alambres de acero, cumpliendo los requisitos de análisis, diseño y construcción apropiados, como los establecidos en el capítulo D.7 del NSR-98⁶.

- ✓ **Mampostería parcialmente reforzada:** es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero reforzada internamente con barras y alambres de acero.
- ✓ **Mampostería no reforzada:** es la construcción con base en piezas de mampostería unidas por medio de mortero que no cumple las cuantías mínimas de refuerzo establecidas para la mampostería parcialmente reforzada.
- ✓ **Mampostería de muros diafragma:** son los muros colocados dentro de una estructura de pórticos, los cuales restringen su desplazamiento libre bajo cargas laterales. Este tipo de construcción no se permite para edificaciones nuevas, aplicable a la adición, modificación o remodelación del sistema estructural de edificaciones construidas antes de la vigencia de la NSR-98.⁷
- ✓ **MAMPOSTERIA DE CONCRETO (MC):** la MC es el segundo producto, en volumen, que se utiliza en Colombia para la elaboración de paredes o particiones, después de la mampostería de arcilla (en bloque o ladrillo).⁸

⁶<http://micigc.uniandes.edu.co/Investigaciones%20y%20Desarrollo/documentos%20vis/mamposteria%20reforzad.pdf>

⁷http://www.articulosinformativos.com/La_Madera_en_la_Construccion-a1154078.html

⁸<http://www.ficem.org/site/media>

1.1.4 IMPACTOS DE LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

La construcción tradicional aporta impactos negativos al medio ambiente pues durante el desarrollo de un proyecto la contaminación y los daños al medio ambiente son evidentes entre estos impactos encontramos:

- ✓ **ENERGIA:** en la construcción tradicional se utilizan grandes cantidades de energía, dado que esta es producida a partir de la combustión del petróleo, del carbón, de la leña, y del gas lo cual emite gases tóxicos y provoca contaminación atmosférica siendo la contaminación urbana la más seria por el daño inmediato que se produce en la salud de las personas que viven en las ciudades.
- ✓ **Contaminación de agua:** Producida por derrames de combustibles en mar, lagos, ríos, etc., o por lluvia ácida o filtración de combustibles a las fuentes subterráneas de agua.
- ✓ **Erosión de suelos:** producido por la tala indiscriminada de árboles y arbustos para usarlos como combustibles u otros fines.
- ✓ **Sitio sustentable:** la construcción tradicional selecciona los sitios de construcción basándose únicamente en el plan de ordenamiento territorial POT, sin tener en cuenta que existen lugares que aunque según el POT, es construible, no deberán serlos porque hay reservas forestales cercanas o es un sitio en el cual se pueden dar o provocar impactos ambientales negativos por las condiciones del ecosistema.⁹
- ✓ **Contaminación de aire:** Producida por la combustión de combustibles como petróleo, gas, kerosene.
- ✓ **Contaminación de tierra:** Producida por elementos tóxicos que se producen de la combustión incompleta de energéticos de origen fósil.

⁹<http://gustato.com/generalidades/Contaminacion.html>

- ✓ **Agotamiento de los recursos naturales:** Por explotación sostenida, y hasta hace algunos años sin control alguno, de los recursos energéticos fósiles y biomasa (leña) se produce un agotamiento del recurso.

- ✓ **Calidad del medio ambiente:** el medio ambiente y su entorno se ven alterados por el desarrollo insostenible de la construcción, no obstante, se tiene actualmente los nuevos sistemas de construcción sostenibles en los cuales se disminuye de manera importante los impactos provocados sobre el medio ambiente ya que se reduce el gasto de energía eléctrica, se pone en marcha el reciclaje y la reutilización de materiales entre otros. Se utilizan tecnologías tales como:
 - Paneles solares
 - Ventanales
 - Sistemas de recolección de aguas lluvias
 - Sensores electrónicos

1.2 CONSTRUCCION SOSTENIBLE

Se define como un sistema de construcción cuya aplicación busca el ahorro de energía y de recursos naturales de tal manera que no sea perjudicial con el medio ambiente, abarca no sólo la adecuada elección de materiales y procesos constructivos, sino también el entorno urbano y al desarrollo del mismo. Se basa en la adecuada gestión y reutilización de los recursos naturales, la conservación de la energía según la página de internet construible.com.

El objeto de la construcción sostenible es promover el desarrollo del sector y la responsabilidad social y ambiental de sus agremiados mediante una gestión enfocada al conocimiento. Estos sistemas de construcción tienen unas

características fundamentales que inciden directamente en las fases de diseño y construcción entre las cuales proponen:

- ✓ Desarrollar proyectos más comprometidos con el uso responsable de recursos y tener un impacto positivo en el medio ambiente y la salud pública.
- ✓ Un ahorro considerable de energía, optimización de sistemas e insumos, reciclaje de materiales, un adecuado manejo de agua para su aprovechamiento y ahorro al máximo.

1.2.1 TENDENCIAS

Uno de los métodos que se propone es la construcción con tierra ésta no requiere mayores consumos de energía y es reciclable en su totalidad, por lo cual su contribución al desarrollo sostenible es innegable.

Se están desarrollando técnicas de construcción con tierra para que las estructuras de este material tengan adecuada resistencia sísmica y se sigue haciendo investigación a nivel mundial para mejorar aún más su comportamiento ante sismos.

En el caso de Colombia la construcción sostenible todavía se encuentra en un estado muy elemental. No existen estándares mínimos sostenibles ni sistemas de calificación de edificaciones verdes. Y aunque existe un marco legal para la renovación urbana, la práctica en el sector es limitada a pocas instituciones y empresas comprometidas con el desarrollo sostenible que ven oportunidades estratégicas de mercado en el mediano y largo plazo; Sin embargo, hay esfuerzos importantes que se están dando de manera reciente en el país.

Por un lado, se creó este año El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), miembro del Consejo Mundial de Construcción Sostenible

(World Green Building Council), que agrupa a las entidades de los diferentes subsectores interesadas en el tema en el país y tiene como fin, entre otros, desarrollar o adoptar un sistema de calificación de proyectos para tener un estándar que permita medir su sostenibilidad.

Complementario a esto el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) está adelantando importantes programas orientados a tener ciudades más sostenibles, en momentos en que las mismas se están transformando a través de la adopción de programas de desarrollo de sistemas de transporte eficientes.

En el nivel local, entidades como el Departamento Administrativo para la Protección del Espacio Público en Bogotá, realizan esfuerzos por promover la configuración espacial sostenible de la ciudad.¹⁰

CAMACOL, por su parte, en su rol de promotor de una mejor planificación urbana sostenible, cuenta dentro de sus actividades de divulgación con URBANA, Revista de la Construcción Sostenible, un espacio privilegiado mediante el cual se da a conocer prácticas nacionales e internacionales relacionadas con la construcción y sostenibilidad, así como temas de relevancia para mejorar la productividad de la cadena de la construcción.

Así mismo, CAMACOL Valle a través de las conferencias sobre vivienda y sostenibilidad, BIOCASA, iniciadas en 2004, cuenta con un espacio importante para la promoción y formación sobre este tema.

¹⁰<http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=10&m=15&idm=15&pat=14&n2=14>

Esta entidad en alianza con la Universidad EAFIT y siguiendo la filosofía Lean Construction ha emprendido acciones concretas tales como capacitaciones dirigidas a los profesionales encargados de la planeación, ejecución, y control de los proyectos para eliminar las pérdidas en los procesos productivos.

El creciente número de organizaciones que trabajan para la sostenibilidad y la mayor difusión del conocimiento en este tema plantean retos y oportunidades importantes a la industria para los próximos años. En relación a esto, en la actualidad hay múltiples edificios y proyectos que están buscando la certificación LEED. Según la página oficial de la entidad son¹¹:

- ✓ El edificio en Bogotá de la Agencia Nacional de Hidrocarburos.
- ✓ El Colegio San José en Barranquilla.
- ✓ La Dirección General Bancolombia en Medellín.
- ✓ El edificio de oficinas de Alpina en Sopó.
- ✓ El nuevo edificio en Bogotá de Novartis.
- ✓ La Zona Franca PLIC S.A., en Cota.

A demás Contempo tiene dos proyectos que aspiran a ser los primeros centros empresariales y hoteleros certificados del país: Oxo 67 y el hotel Holiday Inn Express. De igual modo, el Grupo Pijao construye un edificio de oficinas inteligente y bioclimático con el cual el grupo se vuelca hacia la construcción de proyectos verdes.

Además, existen otros edificios no certificados pero con altos estándares de construcción. Según Colliers International, cerca del 25% de los proyectos de oficinas que se están consolidando en Bogotá contienen alguna práctica sostenible o amigable con el medio ambiente.

¹¹http://www.dinero.com/negocios/construccion-sostenible_60529.aspx

Es más, "para que la construcción verde no se limite a las grandes compañías dispuestas a invertir o interesadas en recibir la certificación LEED, el CCCS está trabajando en la generación de un Sistema de Certificación Local para colegios, VIS, edificios públicos, entre otros, que quieren ser ambientalmente responsables", explica Margarita García, directora ejecutiva de la CCCS.¹²

1.2.2 REQUERIMIENTOS DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE

Hay criterios básicos que nos permitan fijar objetivos que sea posible analizar y medir tanto al inicio del proceso como a lo largo de la vida útil de los edificios. Considerando los recursos de los que disponemos en el ciclo constructivo: energía, terreno, materias primas y agua, se establecen cinco criterios básicos sostenibles:

- ✓ Grado de ocupación del territorio
- ✓ Aportación al cambio climático
- ✓ Variación del ciclo natural del agua
- ✓ Modificación del ciclo de los materiales
- ✓ Calidad de espacios habitable

Estos criterios deberán ser puestos en marcha mediante parámetros que definirán una actuación constructiva sostenible. La consecución de los mismos se debe llevar a cabo mediante acciones concretas que influirán en uno o varios de los puntos que se enumeran a continuación¹³:

- ✓ **Correcta integración en el ambiente físico**
 - Restricción en la utilización del terreno.
 - Reducción de la fragmentación.
 - Prevención de las emisiones tóxicas.
 - Conservación de áreas naturales y biodiversidad.

¹²<http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=10&m=15&idm=15&pat=14&n2=14>

¹³ AREVALO CHAVEZ, Biagio. Notas de clase Especialización en Gerencia e Interventora en Obras Civiles. En: SEMINARIO CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED (Bucaramanga).

- Realización de estudios geobiológicos.

- ✓ **Adecuada elección de materiales y procesos**
 - Prohibición en el uso de materiales potencialmente peligrosos.
 - Uso eficaz de los materiales no renovables.
 - Potenciar reutilización y reciclaje.
 - Uso preferible de materiales procedentes de recursos renovables.
 - Utilización de materiales con bajas emisiones tóxicas.
 - Aumento de la durabilidad, transformabilidad y flexibilidad.
 - Incremento de la vida útil de los materiales fomentando un aumento de la calidad.

- ✓ **Gestión eficiente del agua y la energía**
 - Reducción del consumo en fuentes no renovables.
 - Disminución de las emisiones de CO₂ y sustancias tóxicas (NO_x y Sox) en atmósfera.
 - Incremento del aislamiento edificación, ventilación natural, etc.
 - Utilización de energías renovables.
 - Reducción consumo agua.

- ✓ **Planificación y control de la generación de residuos**
 - Disminución residuos inertes mediante reducción en su origen y fomento del reciclaje.
 - Adaptabilidad y flexibilidad física y funcional.
 - Adopción de criterios de proyecto que faciliten el desmontaje y la separación selectiva de los residuos durante los procesos de rehabilitación y demolición.

- ✓ **Creación de atmósfera interior saludable**
 - Utilización de materiales con bajas emisiones tóxicas.
 - Compatibilidad con las necesidades de los ocupantes.
 - Previsiones de transporte y seguridad.
 - Disminución de ruidos y olores.

- Control de los elementos contaminantes del aire.
- Mantenimiento del ambiente interior saludable y de la calidad de los ambientes urbanizados.

✓ **Eficiencia calidad-costo (costo eficaz)**

- Aumento de la calidad en todo el proceso.
- Reducción costes mantenimiento.
- Incremento de la estandarización tecnológica y de sistemas.
- Desarrollo sistemas de control de calidad de mecanismos de mercado estándar.¹⁴

1.2.3 ORGANIZACIONES PROMOTORAS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

Las organizaciones promotoras de las construcciones sostenibles son organizaciones que buscan desarrollar tecnologías, implementar normas de certificación para proyectos que buscan ser considerados como sostenibles estas organizaciones son sin ánimo de lucro y se encuentran repartidas por todo el mundo una de ellas es el Concejo De Construcción Verde De España y se clasifican ellos mismos como la primera asociación nacional sin ánimo de lucro de empresas líderes a lo ancho de la industria del medio construido, que trabajan juntas para promover el que nuestras ciudades y edificios sean; medioambientalmente responsables, rentables y saludables para las personas que viven o trabajan en ellos.¹⁵

¹⁴ AREVALO CHAVEZ, Biagio. Notas de clase Especialización en Gerencia e Interventora en Obras Civiles. En: SEMINARIO CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED (Bucaramanga).

¹⁵LUIS FERNANDO BOTERO BOTERO (2006) Construcción sin perdidas análisis de procesos y filosofía Lean Construction 2ª. Edición editorial LEGIS S.A.

En Colombia se encuentran:

- ✓ CCCS “CONSEJO COLOMBIANO DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE”. Estas organizaciones proponen nuevos sistemas de acreditación y calificación, el más conocido de ellos es el sistema LEED que significa Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental.
- ✓ El Centro para el Desarrollo del Hábitat y la Construcción, durante 50 años de trabajo en formación profesional para el trabajo, enmarcado en las nuevas tecnologías de la información, la formación a través del método de proyectos, basado en el componente ambiental y de hábitat de forma transversal en sus programas de formación, inculcar en sus aprendices e instructores un compromiso socialmente responsable y de igual forma tener en cuenta que la capacitación en temas como Arquitectura bioclimática y sostenible, Construcción sostenible, Calidad del Aire, Energías alternativas, Nomotica, Domótica entre otros.
- ✓ HOLCIM: dentro de esta encontramos:
 - World bussmes, consil for sustentable.
 - Cecodes consejo empresarial colombiano de desarrollo sostenible. Holcim
 - fundación for sustentable. Homcilawards.
- ✓ WGBC “WORD GREEN BUILDING COUNCIL”,
- ✓ USGBC “UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL”,
- ✓ BEAN SOCIETY,
- ✓ GREEN BUILDIN COUNCIL AUSTRALIA,
- ✓ CASBEE FOR NEW CONSTRUCTION.

Estas entidades tienen diferentes productos entre ellos encontramos:

- ✓ **Certificación a profesionales:** el sistema de certificación LEED, ahora, está certificando a profesionales para incentivarlos a especializarse en la aplicación de sistemas de construcción sostenibles.¹⁶

- ✓ **Centro documentación:** Versión definitiva de planos, especificaciones finales, planos de taller, muestras y fichas técnicas, finalización de presupuesto y programación.

1.3 SISTEMAS DE CERTIFICACION

Los sistemas de certificación son la forma que utilizan las organizaciones para calificar y aprobar los diferentes proyectos que aspiran ser considerados sostenibles, estos sistemas varían de acuerdo a la organización que los crearon pero el más importante de todos es el sistema de certificación LEED.

1.3.1 SISTEMA LEED

Certificación estadounidense de Liderazgo De Energía Y Diseño Ambiental (LEED): El sistema LEED promueve estándares ambientales para la construcción, estos estándares se basa en una calificación por créditos dividido en 6 categorías las cuales son¹⁷:

- ✓ Sitios sustentables
- ✓ Eficacia del agua
- ✓ Energía y atmósfera
- ✓ Materiales y recursos
- ✓ Calidad del medio ambiente interior
- ✓ Innovación y diseño.

¹⁶<http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2008/04/22/que-significa-leed/>

¹⁷<http://www.asesoresgreenbuilding.com/certificacion-leed.html>

El sistema de certificación LEED tiene varios requerimientos de calificación para los diferentes proyectos que aspiran ser certificados como proyectos sostenibles estos requerimientos son fundamentales a la hora de calificar a los proyectos aspirantes entre estos requerimientos encontramos:

- ✓ **La reutilización de edificaciones:** Procura extender el ciclo de vida de las edificaciones, retener recursos naturales, reducir desperdicios, conservar nuevos recursos, reducir el impacto ambiental asociado a nuevas construcciones, la norma pide mantener el 50% de los elementos no estructurales y mantener del 75% al 90 % del área de la estructura existente y la envolvente; hay que advertir que esto no es aplicable si la adición es mayor a 2 veces el área de la edificación existente.
- ✓ **Reutilización de elementos no estructurales:** con esto se extiende el ciclo de vida de edificios existentes, conservar los recursos culturales, reducir la producción de desechos y reducir los impactos ambientales de la construcción de edificios nuevos con respecto a los procesos de manufactura de materiales y su transporte. Es este se deben utilizar elementos interiores no estructurales como: muros, puertas, revestimientos para el suelo, etc.; en por lo menos 50%, por área, de la edificación, incluyendo adiciones.
- ✓ **Manejo de residuos sólidos durante la construcción:** aquí se evita el envío de desechos sólidos durante la construcción al relleno sanitario, además se direcciona los materiales reciclables para su uso y la norma dice que se puede reciclar hasta un 50% o 75% de los desechos generados en obra y demoliciones (madera, cartón, drywall, mampostería, metal, entre otros.), excluyendo excavación y materiales peligrosos.¹⁸

¹⁸AREVALO CHAVEZ, Biagio. Notas de clase Especialización en Gerencia e Interventoría en Obras Civiles. En: SEMINARIO CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED (Bucaramanga).

- ✓ **Reutilización de materiales:** En esta actividad se reduce la demanda de materiales vírgenes y la generación de residuos, la norma exige que se debe utilizar del 5% al 10% de materiales previamente usados y se excluyen sistemas mecánicos, eléctricos e hidrosanitarios, pisos, paredes, puertas, muros interiores, y elementos decorativos.
- ✓ **Madera certificada:** busca promover un manejo responsable de los bosques, a demás se debe utilizar un 50% de madera del proyecto certificada por el FSC, en marcos, pisos, carpintería fija y puertas.
- ✓ **Materiales con contenido reciclado:** En este se lleva acabo un incremento de la demanda de materiales con contenido reciclado reduciendo los impactos causados por la extracción y el procesamiento de materiales vírgenes; la norma exige que se utilicen materiales con contenido reciclado 10% o 20% del costo de materiales (postconsumo + 0,5 preconsumo), tales como: acero, drywall, aluminio, concreto, tapetes, vidrio y aislantes.
- ✓ **Materiales regionales:** Al hacer uso de materiales regionales se apoya la economía local, se reduce el impacto ambiental del transporte de materiales, la norma exige que se utilice el 10% o 20% de los materiales que hayan sido extraídos, procesados, manufacturados y distribuidos en un radio de 500 mi (800 km), con esto se excluyen sistemas mecánicos, eléctricos e hidrosanitarios.
- ✓ **Materiales rápidamente renovables:** Al utilizar este tipo de material se reduce el uso de materia prima con largos periodos productivos, la norma exige que se utilice un 2,5% de materiales con ciclos inferiores a 10 años: bambú, lana, algodón, corcho, linóleo paneles de semilla de girasol y cuero.

¹⁹AREVALO CHAVEZ, Biagio. Notas de clase Especialización en Gerencia e Interventoria en Obras Civiles. En: SEMINARIO CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED (Bucaramanga).

- ✓ **Calidad interior ambiental:** Tiene el objeto de garantizar la salud de los ocupantes, mejorar el confort de los usuarios, aumentar la productividad y reducir costos médicos. Aquí se debe monitorear la calidad del aire, tener un plan de manejo de la calidad del aire, contar con iluminación natural y vistas, prevenir el moho, usar materiales de baja emisión y controlar las fuentes de contaminación.
- ✓ **Control del tabaco en interiores:** Tiene por objeto reducir la exposición de las personas que no fuman al tabaco ambiental, mejorar las condiciones de salud de los ocupantes, prohibir fumar en áreas no permitidas y ubicar zona de fumadores al exterior, designar zonas de fumadores independientes de zonas comunes, en residencial sellar las unidades herméticamente con respecto a zonas comunes.

Resumen detallado de los requerimientos para obtener certificación LEED.²⁰
(Ver anexo 1A y 1B).

1.3.2 OTROS SISTEMAS DE CERTIFICACION

✓ **BREEAM**

Método para la Investigación de Evaluación Medioambiental de Edificios. Creado por el BRE, un organismo gubernamental, es apreciado como el sistema pionero en evaluación, siendo además el más usado en países europeos. En la actualidad sólo en el Reino Unido más de 60,000 edificios han sido certificados y más de 270,000 están siendo evaluados. Al igual que el LEED funciona en base al cumplimiento de Requisitos en ocho categorías (Gestión, Salud y Bienestar, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Terrenos sustentables, y Agentes Contaminantes) que posteriormente entrega una evaluación final y permite clasificar los edificios en: certificado, bien, muy bien y excelente.²¹

²⁰http://www.siemon.com/la/white_papers/08-05-07-introduction-to-leed.asp

²¹<http://habitaxion.wordpress.com/2007/03/>

✓ CASBEE

(Sistema Integral de Evaluación Eficiencia Medioambiental de Edificios) fue creado en Japón en base a las previas experiencias del LEED y el BREEAM. Sin embargo, considera otros aspectos tales como el impacto que genera el edificio fuera de los límites del terreno y pone especial énfasis en el ciclo de vida total de un edificio convirtiendo este último aspecto en el eje de su implementación.

Las herramientas de evaluación CASBEE se componen CASBEE prediseño, CASBEE Nuevas Construcciones, CASBEE para edificios existentes y CASBEE renovación, Cada herramienta está diseñada para acomodarse a todo tipo de edificios (oficinas, colegios, departamentos, etc.).

Las categorías de evaluación son Q (Comportamiento y Calidad ambiental del edificio) dividido en Q-1 (Ambiente interior) Q-2 (calidad de servicio) y Q-3 (calidad medioambiental en el sitio).

LR (reducción de impactos ambientales del edificio) dividido en LR-1 (Energía) LR-2 (Recursos y Materiales) y LR-3 (Medioambiente fuera del terreno). La evaluación final se realiza en base a cinco niveles de puntaje en base a estas categorías donde el 3 indica el nivel medio.

1.4 CIFRAS DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE

En un estudio en EEUU (Gregory H. Kats, 2003) que compara 30 edificios sostenibles con el mismo número de edificios tradicionales para mirar cual es el incremento que tiene realizar el mismo proyecto pero buscando la certificación LEED, el concluye que los incrementos son:

- ✓ LEED: 0,66%
- ✓ LEED Plata: 1,82%

- ✓ LEED Oro: 2,11%
- ✓ LEED Platino: 6,50%

✓ **Tendencias Mundiales**

- El valor de la industria de la construcción verde se estima en US\$60 mil millones al 2010 (Fuente: McGraw-Hill Construction (2008), Key Trends in the European and U.S. Construction Marketplace: SmartMarket Report.).
- El mercado de productos para la construcción sostenible se estima en US\$ \$30-\$40 mil millones en el 2010 (Fuente: Green Building Alliance (2006).
- Hoy más de 420 millones de metros cuadrados de edificios comerciales están registrados o certificados con LEED. US\$464 millones al día se registran en el sistema LEED.

Tabla 1. Proyectos de construcción sostenible²²

LEED	Nueva Construcción	Interiores	Edificios existentes	Core and Shell (comerciales)	Otros	Total
Proyectos registrados	9.057	1.657	2.022	2.056	817	15.609
Proyectos certificados	1.361	359	162	112	30	2.024

Fuente: McGraw Hill Construction (2008). Global Green Building Trends

²²McGraw Hill Construction (2008). Global Green Building Trends

En el mundo hay algunas tendencias que indican el desarrollo de la construcción sostenible esto es lo que se espera a futuro en diferentes lugares del planeta:

- ✓ En el 2013, el 94% de las empresas espera construir sostenible en más del 16% de sus proyectos.
- ✓ El 53% espera construir sosteniblemente en más del 60% de sus proyectos.
- ✓ A nivel regional, Asia espera tener el mayor crecimiento en el mercado de construcción sostenible.
- ✓ Sectores de alto crecimiento esperados: oficinas, industrial y residencial.
- ✓ Razón principal para construir sostenible: transformación del mercado (51%).
- ✓ Beneficio social de la construcción sostenible: mejoras en la productividad (37%).
- ✓ Barreras para la construcción sostenible: falta de apoyo del gobierno y mayores costos percibidos (63%).²³

Los Sectores de Alto Crecimiento se estima que sean: Educación, Gobierno, Industrial, Oficinas, Salud, Hotelería y Turismo, Comercio.²⁴

En E.U. se certificarán cerca de 20.000 proyectos bajo el sello de liderazgo en energía y diseño ambiental (Leed), del Consejo Estadounidense de Construcción Sostenible (Usgbc). Una cifra importante, si se tiene en cuenta que entre el 2000 y el 2008 apenas se sumaron 2.467 certificaciones.

²³McGraw Hill Construction (2008). Global Green Building Trends

²⁴FMI (2008). U.S. Construction Overview.

Lo interesante es que Colombia ha comenzado a contagiarse de esta dinámica, que reconoce el trabajo que se hace al planear, diseñar, construir, operar y habitar proyectos integrales que generan un impacto positivo para el ambiente, los usuarios y la comunidad.

Entre las construcciones que van tras la certificación de origen estadounidense se destacan 3M Technical Center, la Agencia Nacional de Hidrocarburos, el Centro Empresarial y Hotelero Calle 67 y el Centro Empresarial y Deportivo Calle 53 de Colsubsidio, entre otras.

De esta manera Colombia va en la línea trazada en el mundo, es decir, con un trabajo importante en los segmentos corporativos, educativos, institucionales, estatales, industriales y -claro- en la construcción de oficinas sostenibles.

1.5 EJEMPLOS DE CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES EN EL MUNDO.

A continuación se exponen algunos ejemplos de construcción sostenible en el mundo.

La primera edificación se encuentra en la ciudad de México, es un proyecto de oficinas y de comercio, constituida en 32 pisos. Este edificio es uno de los más destacados ya que su nivel de certificación es LEED oro.

En el segundo ejemplo se muestra un Centro Médico (edificación sostenible) ubicada en Brasil, cuyo dueño es el señor Delboni Auriemo y su nivel de certificación es LEED plata.

Figura 5. Edificio sostenible HSBC en la Ciudad de México



<p>País: México</p> <p>Dueño del Proyecto: HSBC</p> <p>Arquitectos: HOK</p> <p>Tipo de Proyecto: Oficinas - Comercial</p> <p>Área: 85.500 metros cuadrados</p> <p>Altura: 32 Pisos (incluye 12 pisos de parqueos)</p> <p>Nivel de certificación: LEED Oro (primera en México)</p>	<p>Techo verde de 400 m2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Superficies altamente reflectivas • Planta de tratamiento de aguas grises y tanque de aguas lluvias • Orinales sin agua e instalaciones de bajo consumo de agua • Se evitó echar a los botadores el 95% de los residuos sólidos durante la construcción • Diseños interiores que maximizan la luz natural • Iluminación y temperatura interior automatizadas • Equipos de aire acondicionado libres de CFCs y Halon
---	--

Fuente: McGraw Hill Construction (2008). Global Green Building Trends

Figura 6. Edificio sostenible Delboni Auriemo en Brasil

	
<p>País: Brasil</p> <p>Dueño del Proyecto: Delboni Auriemo</p> <p>Arquitectos: Cushman and Wakefield</p> <p>Tipo de Proyecto: Centro médico</p> <p>Área: 3.000 metros cuadrados</p> <p>Inversión: US\$7 millones</p> <p>Nivel de certificación: LEED Plata</p>	<p>Sistema hidráulico de bajo consumo de agua.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de iluminación con sensores para reducir el consumo energético • 100% de las maderas usadas fueron certificadas por el Forest Stewardship Council (FSC) • 100% de los proveedores ubicados a menos de 500 millas de distancia • Pinturas usadas con bajos compuestos orgánicos volátiles • Sistemas de AC sin CFCs • Parqueaderos preferenciales para vehículos movidos con gas natural y bicicletas

Fuente: McGraw Hill Construction (2008). Global Green Building Trends

✓ EN COLOMBIA

- OXO 67, Bogotá. Su construcción está proyectada para comienzos de 2010. Será el primer centro empresarial y hotelero certificado LEED en Colombia.

Figura 7. OXO 67, Centro empresarial y hotelero, Bogotá, Colombia



Fuente: http://www.dinero.com/negocios/construccion-sostenible_60529.aspx

- Colegio San José, Barranquilla. Techos verdes para un mejor aislamiento térmico. Aulas diseñadas con una orientación N-S y acabados reflectivos para aprovechar la luz día. Captación y reutilización de las aguas lluvias.

Figura 8. Colegio San José, Barranquilla



Fuente: http://www.dinero.com/negocios/construccion-sostenible_60529.aspx

- Agencia Nacional de Hidrocarburos Bogotá. 34% menos de consumo de energía. 93% de espacios con luz natural y vista. 41% de ahorro en agua potable.

Figura 9. Agencia Nacional de Hidrocarburos Bogotá



Fuente: http://www.dinero.com/negocios/construccion-sostenible_60529.aspx

- Edificio de Oficinas Alpina Sopó, Cundinamarca. 45% de materiales con contenido reciclado. 59% de ahorro en agua potable. 15% de ahorro en energía.

Figura 10. Edificio de Oficinas Alpina Sopó, Cundinamarca.



Fuente: http://www.dinero.com/negocios/construccion-sostenible_60529.aspx

1.6 LEAN CONSTRUCCION

Lean construcción (construcción flexible o construcción sin pérdidas), se presenta como un alternativa tendiente al mejoramiento de la competitividad de las empresas en el mercado, mediante el fortalecimiento del sistema de producción y la integración óptima de las actividades y los procesos.²⁵

La filosofía de lean construction se basa en principios que buscan agregar el máximo valor al producto final, mediante la eliminación de desperdicios (actividades que no general valor) y el mejoramiento continuo de los procesos a lo largo de todo el proyecto.

Tiene por objeto presentar a los asistentes los conceptos básicos de la filosofía lean construction como estrategia en la gestión de la construcción y su utilización como herramienta práctica en la identificación de pérdidas, el mejoramiento de la confiabilidad del sistema de planificación y el establecimiento de indicadores para el mejoramiento del desempeño de los proyectos en ejecución y lo dirige a Arquitectos, Ingenieros, Constructores con funciones de planificación y control de los proyectos de construcción. Esta filosofía resalta y aplica los siguientes ejes:

- ✓ La productividad y la industria de la construcción.
- ✓ Sistemas de gestión de producción.
- ✓ Herramientas para la identificación y la reducción de pérdidas en los proyectos de construcción.
- ✓ Control de proyectos de construcción a través del sistema de planificación el último planificador (Last Planner).
- ✓ Experiencias internacionales y su aplicación en Colombia.
- ✓ Sistemas de referenciación para la construcción.

²⁵<http://www.eafit.edu.co/EafitCn/CEC/ProgramasOfrecidos/C/leanconstruction2009.htm>

1.6.1 EJEMPLOS DE APLICACIONES

Programas exitosos de mejoramiento de gestión en construcción en el mundo ⁽²⁶⁾: Suecia, Finlandia, Dinamarca, Inglaterra, Chile Programa de excelencia en gestión de la producción, Brasil (NORIE / UFRGS). Ejemplos

Figura 11. Edificaciones Lean Construcción.



Fuente:<http://www.escuelaing.edu.co/documentos/mejoramientodelagestiondelaconstruccion.pdf>

²⁶<http://www.escuelaing.edu.co/documentos/mejoramientodelagestiondelaconstruccion.pdf>

Tabla 2. Estimación de desperdicios en obras de edificación, Sao Paulo-Brasil. Picchi 1993²⁷

ESTIMADO DE DESPERDICIO EN OBRAS DE EDIFICACIONES		
(% del costo total de obra)		
ITEM	DESCRIPCION	%
Restos de material	Restos de mortero Restos de ladrillo Restos de madera Limpieza Retirada de material	5.0%
Espesores adicionales de mortero	Frizado de techos Frizado de paredes internas Frizado de paredes externas contrapisos	5.0%
Dosificaciones no optimizadas	Concreto Mortero de tarrajeo de techos Mortero de tarrajeo de paredes Mortero de contrapisos Mortero de revestimientos	2.0%
Reparaciones y re-trabajos no computados en el resto de materiales	Repintado Retoques Corrección de otros servicios	2.0%
Proyectos no optimizados	Arquitectura Estructuras Instalaciones sanitarias Instalaciones eléctricas	6.0%
Pérdidas de productividad debidas a problemas de calidad	Parada y operaciones adicionales por falta de calidad de los materiales y servicios anteriores.	3.5%
Costos debidos a atrasos	Pérdidas financieras por atrasos de las obras y costos adicionales de administración, equipos y multas.	1.5%
Costos en obras entregadas	Reparo de patologías ocurridas después de la entrega de obra.	5.0%
TOTAL		30.0%

Fuente:

<http://www.motiva.com.pe/Articulos/Lean%20Design%20en%20Proyectos%20Inmobiliarios.pdf>

²⁷<http://www.motiva.com.pe/Articulos/Lean%20Proyectos%20Inmobiliarios.pdf>

2. ANALISIS ENTRE CONSTRUCCION SOSTENIBLE Y CONSTRUCCION TRADICIONAL

Se estima que a nivel mundial, los edificios consumen el 17% del agua potable, el 25% de la madera cultivada y entre 30% y 40% de la energía. Además, se calcula que emiten alrededor de la tercera parte de las emisiones de CO₂ y dos quintas partes de los desechos sólidos, según WorldGBC, McGraw Hill, 2008.

Por otro lado cifras internacionales corroboran que los edificios consumen entre el 20% y el 50% de los recursos naturales, contribuyen en gran manera al aumento de las emisiones y la contaminación, tanto durante el proceso constructivo como a lo largo de su vida útil una vez terminados. Por esto, como alternativa para reducir las emisiones y ahorrar recursos naturales, así como para mejorar la calidad de vida de quienes utilizan los sistemas de construcción sostenibles, la tendencia en el mundo es hacia la construcción verde o sostenible.

Razón por la cual y como respuesta al impacto potencial ambiental que tiene el sector, surge en 1998 el Consejo Mundial de Construcción Sostenible con el propósito de coordinar y agrupar los organismos que en cada país lideren la transformación de la industria de la construcción hacia la sostenibilidad, logrando una mejor calidad de vida de las comunidades y de los usuarios.

El sistema de certificación más reconocido es el sistema LEED, en particular, no sólo es actualmente el sistema dominante en el mercado estadounidense sino además se ha ido expandiéndose en el nivel mundial a 41 países, incluyendo Canadá, Brasil, México, India y Colombia. Hoy existen en el mundo cerca de 17.633 proyectos (420 millones de m²), registrados o certificados con la certificación estadounidense de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, (LEED, por sus siglas en inglés), una de las cuatro certificaciones existentes que se ha adoptado en el país.²⁸

²⁸ http://www.spaingbc.org/pdf/un_diseno_para_un_edificio_sostenible_esp.pdf

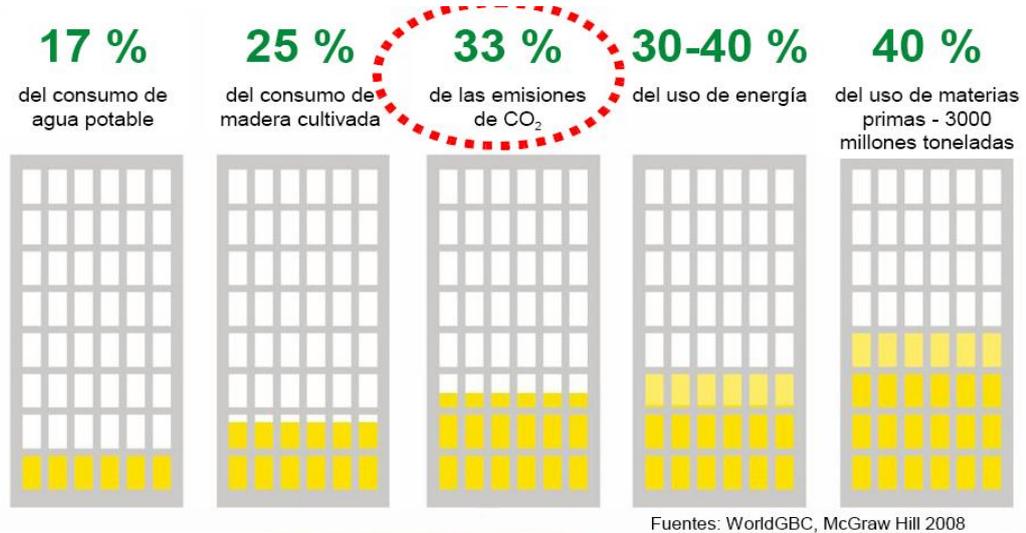
A pesar de que cualquier intención de hacer una obra realmente sostenible genera aún mucha aprehensión e incertidumbre en el país, las experiencias destacadas alrededor del mundo han demostrado que la arquitectura “verde” permite maximizar tanto la eficiencia económica, como la medioambiental y de bienestar para la comunidad. Es un error considerar este tipo de edificaciones como simplemente una moda, se trata de un concepto mucho más sólido y que se está consolidando de forma gradual internacionalmente. La construcción sostenible evidentemente implica romper esquemas, puesto que no tiene como objeto único la creación de espacios habitables sino que además pretende generar calidad en la construcción de edificaciones y uso de las mismas, tomando en cuenta la dimensión social de la ciudad y la comunidad, la dimensión económica relacionada con el uso eficiente de materiales y recursos energéticos y de agua, y la dimensión ambiental que supone una interacción con el medio urbano y natural.

2.1 VENTAJAS DE LA CONSTRUCCION SOSTENIBLE

Para nadie es un secreto que el sector de la construcción constituye uno de los pilares fundamentales de nuestra economía; pero esta situación se puede mejorar con la aplicación de la construcción sostenible en reemplazo de la construcción tradicional, según el Spain Green Building Council un proyecto de construcción sostenible puede costar entre un 10%-15% más que una construcción tradicional esto en un país desarrollado y que posee ciertas características en el sector de la construcción, en Colombia sus precios pueden aumentar; debido a que en la medida en que se desarrollan: el mercado de proveedores, materiales y profesionales capacitados; se va reduciendo su costo.

A nivel mundial, los edificios tradicionales generan:

Figura 12. Ahorro en % de los edificios tradicionales sobre los recursos.



Fuente:

[//www.spaingbc.org/pdf/un_diseno_para_un_edificio_sostenible_esp.pdf](http://www.spaingbc.org/pdf/un_diseno_para_un_edificio_sostenible_esp.pdf)

Hoy, en Estados Unidos no hay diferencias significativas entre los costos de los edificios LEED y los no certificados. Además, diversos estudios muestran que los costos adicionales iniciales se ven más que compensados durante la operación: hay menores costos, un mayor valor del edificio y de su canon de arrendamiento así como una mayor tasa de ocupación, que redunda en un mayor retorno de la inversión. Y es que los edificios con certificación LEED tienen, por lo menos, 30% de ahorro de energía, 35% de carbono, entre 30% y 50% de agua y entre 50%-90% de costos de desechos; esto sin contar la mejora en la salud y la productividad de los empleados.²⁹

Con esto se busca resaltar la importancia de las construcciones amigables con el ambiente que gracias a su diseño aprovechan de mejor manera los recursos naturales y reducen el gasto exagerado de servicios, en lo cual es indispensable la participación decidida de todos aquellos que, desde el sector público o el privado, desde la academia o desde las empresas, desde la entidades o como simples ciudadanos, estamos comprometidos, en general, con el desarrollo de un país viable.

²⁹ http://www.spaingbc.org/pdf/un_diseno_para_un_edificio_sostenible_esp.pdf

Y el reto es que no sean solo los edificios, sino las grandes obras de infraestructura, la construcción civil y los proyectos de Vivienda De Interés Social los que incorporen en sus diseños, construcción y operación conceptos ambientales y sociales. Esta sería la expresión máxima de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) del sector.

Cada vez serán más los actores que ayudarán a que esta tendencia se consolide. Algunos congresistas están planeando presentar un proyecto de ley para elevar los estándares de la construcción vía incentivos tributarios y hacer que en la planeación urbana se incorporen criterios ambientales, manejo de residuos y basuras, etc. Los bancos podrían prestar mejores tasas a los proyectos ambientalmente responsables o incluso no prestar a quienes no lo son. Y, sobre todo, cada vez más personas demandarán habitar o trabajar en espacios amigables con el medio ambiente. Todo esto hace que la forma en que hoy se construye en Colombia esté girando hacia un escenario de sostenibilidad, con lo que esta tendencia sería a futuro la norma en el sector.

Los beneficios que se obtienen al realizar un proyecto sostenible son:

✓ **Beneficios para el ambiente de la construcción sostenible**

- Mejora y protege los ecosistemas y la biodiversidad.
- Mejora la calidad del aire y del agua.
- Reduce la cantidad de desechos sólidos.
- Conserva los recursos naturales.
- Obtención de proyectos optimizados.

✓ **Beneficios económicos de la construcción sostenible**

- Reducir costos de operación.

- Aumentar el valor del inmueble.
- Aumentar la productividad y satisfacción de los empleados.
- Símbolo de responsabilidad social y ambiental de la empresa.

✓ **Sectores que se mejoran con la Certificación de proyectos**

- Terrenos sostenibles
- Ahorros en el consumo de agua
- Eficiencia en el uso de la energía
- Selección de recursos y materiales
- Calidad del aire interior³⁰

2.2 ANÁLISIS DE LAS BARRERAS PARA IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.

Teniendo en cuenta las características, ventajas y desventajas del sistema de construcción sostenible se puede determinar que los factores que impiden la aplicación del mismo son:

- ✓ Ausencia de conocimiento de los sistemas de construcción sostenible.
- ✓ Falta de tecnologías estandarizadas para la implementación de sistemas de construcción sostenible.

³⁰AREVALO CHAVEZ, Biagio. Notas de clase Especialización en Gerencia e Interventora en Obras Civiles. En: SEMINARIO CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED (Bucaramanga).

- ✓ Los tipos de requerimientos que por estar en pro del medio ambiente, exige inversiones económicas que muchos empresarios no están dispuestos a asumir, sin tener en cuenta que esta inversión a mediano y largo plazo se les habrá de convertir en un ahorro e ingresos económicos, a demás de contribuir con el medio ambiente, la salud pública y el desarrollo tecnológico.
- ✓ Poco personal capacitado que pueda orientar a los empresarios en estos nuevos sistemas.

2.3 POSIBLES SOLUCIONES.

- ✓ Desarrollar actividades haciendo uso de todos los medios de comunicación que con el fin de difundir los sistemas de construcción sostenibles.
- ✓ Realizar campañas de los beneficios de la aplicación de sistemas de construcción sostenibles.
- ✓ Fomentar el estudio de estos sistemas.
- ✓ Impulsar tecnologías que faciliten la implementación de los sistemas de construcción sostenibles.

Hoy en día existen en el mundo 17633 proyectos para un total 420 millones m² registrados o certificados con la certificación estadounidense de Liderazgo De Energía Y Diseño Ambiental (LEED) esto nos da una guía para mirar que la construcción sostenible es muy viable y sin lugar a dudas se convertirá en uno de los principales sistemas de construcción en el futuro es por esto que nosotros no debemos quedarnos atrás y empezar a mirar este tipo de construcción de una manera seria e importante para nuestra región.

Debido a esto y al cambio que se ha ido gestando en los últimos años en los sistemas constructivos la facultad de ingeniería civil se ha interesado en los

sistemas de construcción sostenibles pues se ha visto con la experiencia en otros países que es una tendencia que se acopla y se fortalece cada vez más en el sector, con miras hacia un futuro comprometido en el sostenimiento ambiental y la optimización de recursos.

Es cierto que en países que hasta ahora se empieza a implementar este tipo de tecnología el incremento de una edificación puede ser entre un 10% y un 15% frente a una construcción tradicional pero con el paso del tiempo y a medida que esta tecnología es aprendida, comprendida y utilizada los costos se equiparan mucho además por la experiencia mostrada en otros países este sistema constructivo tiene un factor muy favorable aparte del ambiental el cual es el ahorro en costos de servicio de saneamiento básico y públicos durante la vida útil de la edificación pues como lo dice la revista portafolio en su página de internet las edificaciones que poseen la certificación LEED tienden a ahorrar diferentes recursos en una proporción excelente tanto para los ocupantes de las mismas como para el ambiente por ejemplo: 30% de ahorro en energía, 35% de carbono, entre 30% y 50% de ahorro de agua y entre el 50% y 90% de ahorro en los costos de desechos.³¹

Es por esto que estos sistemas de construcción son ahora una de las formas más atractivas para construir para las entidades gubernamentales estatales e institucionales en el mundo, pues con un poco mas de inversión se logran unos beneficios mayores tanto en la salud humana como ambiental y también un beneficio económico importante en el ahorro del funcionamiento y mantenimiento de las edificaciones.

³¹http://www.aei-col.com/cms/front_content.php?idcat=123&lang=1

3. INVENTARIOS DE RECURSOS Y TECNOLOGIAS DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE EN LA REGION

3.1 TECNOLOGIAS EN EL PAIS:

En la actualidad en la región de Bucaramanga y su área metropolitana no hay tecnologías de sistemas de construcción sostenible; sin embargo, en Colombia se tienen los siguientes ejemplos:

- ✓ El uso de las energías alternativas: paneles solares, para ahorro de energía eléctrica y aprovechamiento de energía solar.
- ✓ Sitios suelos y ubicación de las construcciones: sitios que sean sustentables para la construcción alejada de cuerpos de aguas superficiales, de zonas montañosas, de reservas naturales, y de sitios de residencias de animales.
- ✓ La iluminación natural y vistas: espacios grandes, sustitución de paredes por ventanales ubicados estratégicamente para la iluminación en el día y de esta manera evitar la iluminación eléctrica.
- ✓ Tecnologías para el manejo de aguas residuales: a las aguas residuales se les realiza un pre tratamiento que incluye remoción de sólidos, grasas y materia orgánica.
- ✓ Ahorro de agua potable: se tendrá un sistema de recolección de aguas lluvias y de lavado de manos, para utilizarlas en el lavado de los sanitarios, riego y para el aseo, de esta manera se ahorra el agua potable.; también se reemplazaran los sanitarios antiguos por nuevos sanitarios de ahorro de agua.
- ✓ El manejo de residuos sólidos: se realiza separación de residuos según el tipo (orgánicos, ordinarios, peligrosos, biológicos, plástico, vidrio, entre otros), en el origen o in situ, de tal manera que se recicle todos los materiales que sean posibles ya sea para reutilización o para tomarlo como

materia prima para la elaboración de nuevos productos y darles valor agregado.

- ✓ La reducción del traslado de materiales: se utilizan materiales regionales para evitar el gasto de energía en el traslado de materiales del sitio de venta de los materiales al sitio de construcción.
- ✓ El uso de recursos renovables: con los sistemas de ahorro de agua y de energía se disminuye el uso de recursos renovables
- ✓ El control de la calidad del aire: se utilizan sensores electrónicos como detectores de humo, detectores de emisión de gases tóxicos elevadas, reguladores de niveles de aire acondicionado, y sumado a todo esto detector de presencia de personas para que todos los sistemas se activen en presencia de personas y se desactiven en ausencia de ellas. Estos sensores serán activados en parte con la energía obtenida con los paneles solares.
- ✓ Sistemas de pisos: con el fin de conservar los recursos naturales se hará uso de aglutinado y agrofibras.

3.2 INVENTARIOS DE RECURSOS

Dado que la selección de los materiales en la construcción tiene un impacto en la demanda de las materias primas las nuevas tecnologías para sistemas de construcción sostenible se basa en el uso de materiales con menos impacto ambiental, en la reducción de la cantidad de materiales necesarios y manejo de residuos. En la actualidad son utilizados los siguientes materiales y recursos:

Bombillos ahorradores de energía: son una nueva tecnología de iluminación fluorescente, las bombillas fluorescentes compactas están rebelando las opciones de iluminación es espacios de tipo comercial y residencial proporcionando ahorros de energía y larga vida, combinando todos los

beneficios de los bombillos incandescentes (brillo, luz blanca y suave, facilidad de uso, etc.). Por lo general se utilizan bombillos ahorradores de 20 vatios, tienen un ahorro del 80% con respecto a los bombillos tradicionales.

Figura 13. Bombillo ahorrador de energía.



Fuente: <http://www.electrojapon.net/images/ahorradores.jpg>

Es asequible ya que se pueden encontrar en todos los puntos de ventas de iluminación de todo el país.

Panel solar: esta tecnología se utiliza habitualmente para captar la energía solar y convertirla en energía eléctrica, de esta manera se ahorra esta última, además con ventajas ya que no produce contaminación ni ruido.³²

Figura 14. Panel solar



Fuente: http://images.quebarato.com.br/photos/big/3/9/CE939_1.jpg

³²http://images.quebarato.com.br/photos/big/3/9/CE939_1.jpg

Panel solar

FICHA TECNICA

Salida nominal Pmpp: 55 [W]

Max. Poder tolerancia: N. A

Max. Voltaje sistema: 600 voltios

Voltaje nominal Umpp: 17,2 [V]

Corriente nominal Impp: 2,9 [A]

Voltaje del circuito abierto Uoc: 21,6 [V]

Corriente del cortocircuito Isc: 3,1 [A]

Coefficiente de temperaturas de voltaje de circuito abierto N.A.

Coefficiente de temperatura de corriente de cortocircuito: N .A

Temperatura de coeficientes de salida: N. A

Eficacia de la conversión de la célula: N. A

Eficacia de la conversión del modulo: N. A

DIMENSIONES

Longitud: 1007 [mm]

ancho: 462 [mm]

alto: 24,5 [mm]

Altura incl., caja de unión: 24,5 [mm]

peso: 5,5 [kg]

unión: JBo x

Células

Numero de células por modulo: 36

Tecnología de la célula: Monocris talina

Forma de la célula: N. A

Tamaño de la célula: 101,25 x 101,25 [mm]

Contacto de la célula: N.A

Precio: \$2'8000000

Estado del Producto: Nuevo.

Funcionamiento de un panel solar: las células solares dispuestas en un panel solar recoge de forma adecuada la radiación solar a través de módulos fotovoltaicos, para obtener la electricidad. En la actualidad las células solares, se perfilan como la solución definitiva al problema de la electrificación, con clara ventaja sobre otras alternativas, pues, no contaminan ni producen ningún ruido en absoluto, no consumen combustible y no necesitan mantenimiento. Además, y aunque con menos rendimiento, funcionan también en días nublados, puesto que captan la luz que se filtra a través de las nubes.

La electricidad que así se obtiene puede usarse de manera directa (por ejemplo para sacar agua de un pozo o para regar, mediante un motor eléctrico), o bien ser almacenada en acumuladores para usarse en las horas nocturnas. También es posible inyectar la electricidad generada en la red general, obteniendo un importante beneficio.³³

Figura 15. Casa con paneles solares.



Fuente: <http://www.censolar.es/menu2.htm>

³³<http://www.censolar.es/menu2.htm>

Ventanas de vidrio laminado: los sitios de instalación de las ventanas se pueden convertir en sistemas termo acústicos por medio del uso de de vidrio laminado, vidrio cámara, felpas y empaques especiales de sellamiento.³⁴

Se usan ventanas que ocupan el del 40% al 60% aproximadamente, del área de la pared en la cual se ubican. Este tipo de ventanas se pueden conseguir en la empresa Ventanar Bucaramanga-Santander, Colombia:

Dirección Calle 55 # 16-26.

PBX: (7) 644-8617.

Fax: (7) 644-4643

Información General: info@ventanar.com

Figura 16. Ventanas de vidrio laminado.



Fuente: <http://www.ventanar.com/ventanal/eliptica.html>

³⁴<http://www.ventanar.com/ventanal/eliptica.html>

Sistema de control solar pasivo: este sistema permite proteger a la edificación y a las personas del sol además de realizar un ahorro energético. Se pueden encontrar es tipo de sistemas en la empresa Ventanar de Bucaramanga-Santander, Colombia. La dirección esta descrita en la página anterior.

Figura 17. Control solar pasivo



Fuente: <http://www.ventanar.com/ventanal/eliptica.html>

Orinales secos: estos orinales reducen el gasto de: agua potable, alcantarilla, mantenimiento y establecen espacios mas higiénicos y libres de malos olores. Se pueden conseguir en la empresa ACUAVAL, en la ciudad de Cali-Colombia. Dirección: Avenida 3N No. 45N-75.³⁵

E-mail: servicioalcliente@acuaval.com

Características: AC-4000, Orinal seco sin agua, made in USA, marca SLOAN-FALCON, fabricado en VITREOUS CHINA.

- ✓ Operación manos libres.
- ✓ Tamaño mediano.
- ✓ Antivandalico.

³⁵http://www.acuaval.com/paginas/institucional/orinales_sin_agua.html

Figura 18. Orinal seco.



Fuente: http://www.acuaval.com/paginas/institucional/orinales_sin_agua.html

Lava manos ahorradores de agua: este sistema cuenta con un sensor de movimiento el cual activa el flujo de agua cuando hay presencia de cuerpos. Tiene un ahorro del 70% de agua comparado con lava manos convencionales. Se puede encontrar en mercadolibre.com.

Figura 19. Econowater



Fuente: http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-7336691-grifo-automatico-econowater-ahorrador-de-agua-con-sensor-_JM

Especificaciones:

- ✓ Material: Plástico, Silicona, POM, latón sin plomo
- ✓ Color: Cromado
- ✓ Calidad: Buena calidad
- ✓ Usa 4 pilas AAA Alcalina
- ✓ Vida de las baterías: 1 año (para un promedio de 4.000 accionamientos por mes)
- ✓ Presión de agua: 0.5 - 7.0 KGS/cm, 10-125 psi

- ✓ Rango del Sensor infrarrojo: 1.96" - 9.84" (5 - 25cm)
- ✓ Modo del sensor: Automático - o ajuste manual
- ✓ Especificaciones de la boca del adaptador: 22mm X 1.0 (dentro) - 24mm X 1.0 (fuera) (Standard para casi todos los mezcladores de lavamanos y lavaplatos).³⁶

El sistema incluye:

- 1 Econowater.
- 1 Manual en español
- 1 Empaque de caucho
- 1 Llave su instalación
- 1 Adaptador con prisioneros para canillas boca lisa.

Figura 20. Grifería con sensor infrarrojo de movimiento.



Fuente: http://www.quebarato.com.co/clasificados/griferia-de-sensor-infrarrojo-lavamanos-lavaplatos-sanitarios__3448901.html

Estos sistemas de grifería se pueden adquirir en Medellín y Bogotá, Colombia.³⁷

Bogotá, Colombia.

Estos dispositivos generan un ahorro hasta del 80%.

Precio: \$250,000.00

³⁶http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-7336691-grifo-automatico-econowater-ahorrador-de-agua-con-sensor-_JM

³⁷http://www.quebarato.com.co/clasificados/griferia-de-sensor-infrarrojo-lavamanos-lavaplatos-sanitarios__3448901.html

Griferías Antivandálicas

Figura 21. Grifería Antivandálicas.



Fuente: http://www.acuaval.com/paginas/institucional/grif_antivandalicas.html

AC-65106

Grifería Antivandálicas lavamanos brazo largo

AC-65107

Grifería Antivandálicas lavamanos brazo corto

- ✓ Accionamiento hidromecánico con una liviana presión de la mano.
- ✓ Ideal para ambientes públicos y de gran circulación de personas.
- ✓ No tiene tornillos a la vista.
- ✓ Cuerpo del grifo empotrado en la pared, pudiendo soportar hasta 200 Kg. de peso.
- ✓ Alta y baja presión. Tiempo salida del agua de 8 a 10 seg.
- ✓ Para diámetro de 3/4".
- ✓ Aplicación: estadios de fútbol, baños públicos, clubes, parques, plazas, industrias, áreas comunes de edificios, escuelas y otros.
- ✓ Versiones cuello largo 17 CMS o corto 10 CMS.³⁸

³⁸http://www.acuaval.com/paginas/institucional/grif_antivandalicas.html

Inodoros ahorradores de agua: estos inodoros cuentan con una tecnología de control azul (botón de bajo consumo de agua), descarga un promedio de 4,8 litros cada vez que una persona entra al baño a diferencia de los inodoros tradicionales que tienen un gasto de 17 litros aproximadamente.

Los precios de estos sanitarios oscilan entre 300 y 500 mil pesos. Según los fabricantes, con el ahorro de agua, una familia estrato 3 recuperaría lo invertido en el sanitario en 17 meses.³⁹

Figura 22. Inodoro ahorrador de agua.



Fuente: <http://www.corona.com.co/Corona/ViewContent.aspx?Content=358>

Estos sistemas de inodoros se pueden conseguir en cualquier Hipercentro Corona de Colombia.

Sensores de iluminación: Estos cuentan con un sensor infrarrojo que permite el ahorro de energía eléctrica proporcionando un control automatizado del sistema de iluminación mediante el encendido y apagado automático de luces por detección de movimiento. Los sensores Watt-Stopper ofrecen soluciones para el control de iluminaciones adaptadas a las necesidades de cada espacio con sensores de tecnología infrarroja, ultrasónica y dual.

³⁹Fuente: <http://www.corona.com.co/Corona/ViewContent.aspx?Content=358>

Los sensores de ocupación pueden ser utilizados para el control de iluminación en áreas comunes, tales como pasillos y áreas en la vecindad de escaleras y ascensores, áreas de oficinas, parqueaderos y baños.⁴⁰

Figura 23. Sensores de iluminación.



Fuente: http://www.gzingeneria.com/pro_ocu_infrarrojos.html

Descripción de sensores de tecnología infrarroja (Ver anexo 2)

Trampa de Grasas con rejilla: este se utiliza para retirar de modo mecánico residuos sólidos biodegradables mediante dos sistemas: el primero captación y el segundo flotación y así los residuos grasos se acumulan en la parte superior del tanque a demás de separar las aguas jabonosas. El sistema de rejillas retiene elementos no biodegradables.

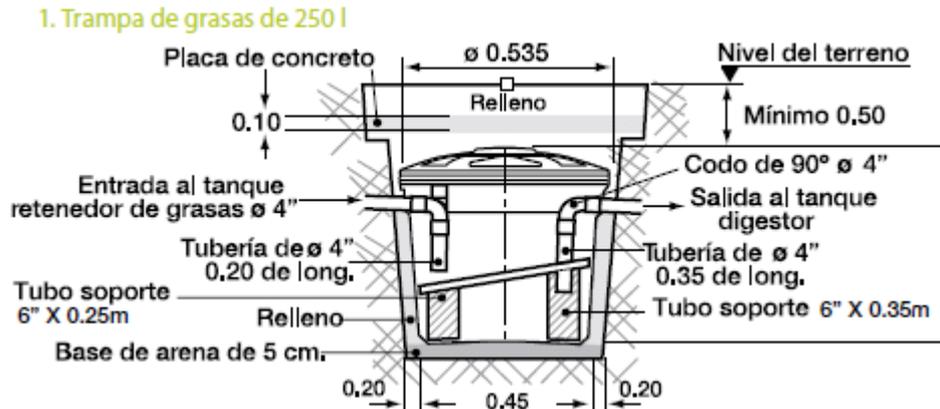
Accesorios en tubería PVC para conexiones internas del Sistema y conexiones entre tanques Trampa de Grasas⁴¹:

- ✓ 1 Tubo niple entrada Ø 4" Long. 25 cm*.
- ✓ 1 Codo re ventilado Ø 4" 90°.
- ✓ 1 Tubo niple desfogue Ø 4" Long. 20 cm

⁴⁰http://www.gzingeneria.com/pro_ocu_infrarrojos.html

⁴¹www.eternit.com.co/index.php?option=com_docman.

Figura 24: Especificación del diseño de trampa de grasas con rejilla



Fuente: www.eternit.com.co/index.php?option=com_docman

Este sistema de trampa de grasas con rejilla se puede adquirir en los puntos de venta de la empresa ETERNIT, Bogotá, Colombia.

Sensores electrónicos (detectores de movimiento): se utilizan sensores electrónicos que detecten el movimiento para indicar que hay personas en el sitio y de esta manera por medio de un controlador lógico programable (PLC), se activen los sistemas que tengan gasto de energía eléctrica como el encendido de luces y el aire acondicionado, y de la misma manera se desactiven cuando haya ausencia de personas en el sitio.

Techo verde: para llevar a cabo este sistema se necesita impermeabilizar la cubierta, poner una cobija geotextil sintética que no se pudra y dé el agarre necesario a la tierra, y poner el pasto con la capa de tierra; de esta manera se evita la formación de grietas y los problemas de humedad. Ahorrar energía es una consecuencia lógica, pues la vegetación ayuda a aislar la temperatura del ambiente tanto en climas cálidos como fríos.

En Colombia, El arquitecto Simón Vélez hace unos años, en una visita a Noruega, observó casas de más de 500 años cubiertas de forraje que ha protegido durante siglos a sus moradores de temperaturas frías extremas. El beneficio más obvio es darles un aspecto natural a las ciudades.⁴²

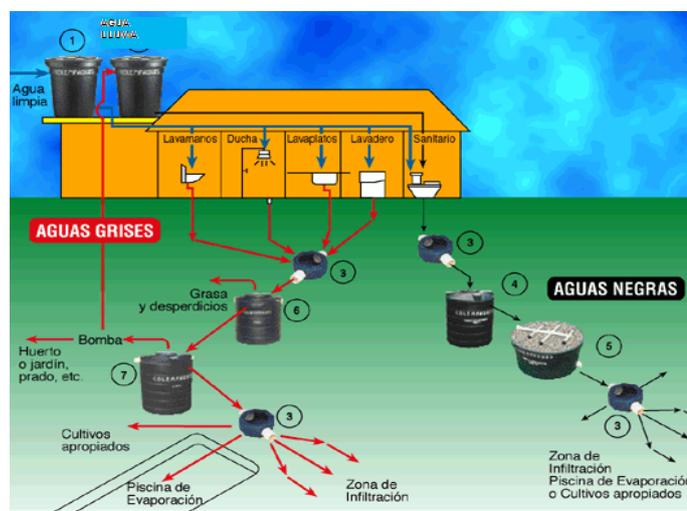
Figura 25. Casa con techo verde



Fuente: <http://oscarvillani.blogspot.com/2009/05/techos-verdes-green-roofs.html>

Tecnología para ahorro de agua potable: Sistema de recolección de aguas lluvias: en este sistema se utilizan sistemas de tuberías, un sistema de rejillas, un detector de nivel y un tanque de almacenamiento.

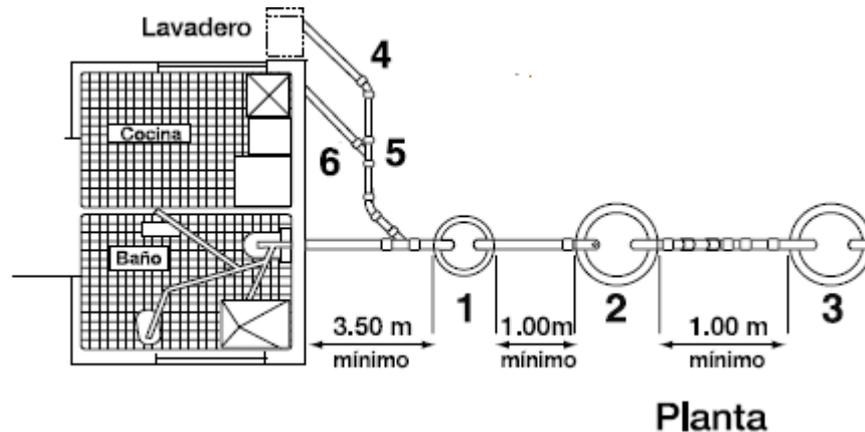
Figura 26: sistema de recolección de aguas lluvias y residuales.



Fuente: hidraulica.unalmed.edu.co/cursos/cursos/material/.../TANQUES.ppt

⁴²<http://oscarvillani.blogspot.com/2009/05/techos-verdes-green-roofs.html>

Figura 27. Vista en planta del sistema de trampa de grasas con rejillas



Fuente: www.eternit.com.co/index.php?option=com_docman

1. Trampa de grasas con rejillas: retira los sólidos, desperdicios y grasas presentes en el agua de recolección. Se debe prestar atención a lo siguiente:

- ✓ La instalación de la Rejilla para que su funcionamiento sea óptimo.
- ✓ La tubería de salida parte desde el tubo soporte de la Rejilla.
- ✓ Verificar que la ventana superior de la tapa este accionando para la verificación periódica y rápida de niveles de grasa.⁴³

2. Tanque de almacenamiento 1: este tendrá una capacidad de 1000 L, para almacenar aguas lluvias y el agua residual doméstica (lavamanos, lava platos, ducha, lavadero), que pasan por la trampa de grasas con rejillas.

3. Tanque de almacenamiento 2: en este se almacena el total de agua de recolección.

4. Sistema de tuberías #4: transporta el agua del lavadero y del lavaplatos hacia a la tubería #5.

5. sistema de tubería #5: recoge transporta las aguas grises (ducha, lavamanos, lavaplatos y lavadero), hacia el sistema de rejillas.

⁴³www.eternit.com.co/index.php?option=com_docman

6. Sistema de tubería #6: transporta el agua de las duchas y de los lavamanos la tubería #5.

Detector de nivel: activa una alarma cuando el nivel del agua sobrepasa el nivel indicado.

Tubería #9: transporta las aguas grises del tanque de almacenamiento a un grifo (para utilizar el agua en el aseo y riego de plantas) y al sistema de inodoros, para el ahorro de agua potable.

Tubería #1: transporta las aguas lluvias que caen en el techo de la casa, a la canaleta.

Canaleta: recoge el agua lluvia que cae en la calle y la transporta hacia el sistema de rejillas.

Tubería #2: transporta el agua lluvia y las aguas grises a un tanque de recepción.

Inodoros: se reemplazan los inodoros tradicionales por inodoros ahorradores de agua potable.

4. AHORROS

La propuesta que se hace en este trabajo está basada en aplicar ciertos requerimientos del sistema LEED con el fin de comparar y mirar los ahorros económicos que se obtienen cuando reemplazamos las tecnologías de construcciones tradicionales por tecnologías sostenibles.

4.1 SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA

Este sistema comprende los bombillos ahorradores de energía.

- ✓ **Bombillos ahorradores de energía:** se sustituyen los bombillos tradicionales de 75 vatios por bombillos ahorradores de energía de 15 vatios.

Tabla 3. Iluminación eléctrica

Sistema tradicional	Sistema sostenible
Bombillos tradicionales: 75 W 0.075 kw/h 30 días Horas de uso: 4 Valor kw/h: \$55 Gasto mensual: \$7425 Ahorro (%): 0	Bombillos fluorescentes 15 W 0.015 kw/h 30 días Horas de uso: 4 Valor kw/h: \$55 Gasto mensual: \$1485 Ahorro (%): 80

Fuente: CONSTRUDDATA, 114 EDICIÓN NACIONAL (2000) Pagina 15, Edición editorial LEGIS S.A.

Dado que se sustituyen todos los bombillos tradicionales por bombillos fluorescentes ahorradores de energía, se alcanza un ahorro así:

El costo del gasto mensual de un bombillo tradicional es de \$7425 y el costo del gasto mensual de un bombillo ahorrador de energía es de \$1485, entonces con el uso de bombillos ahorradores se tiene un ahorro monetario de \$5940 mensual por cada bombillo ahorrador que se utilice.

$$\$7.425 - \$1.485 = 5.940 \text{ pesos}$$

$$7.425 = 100\%$$

$$5.940 = X\%$$

$$X = 5.940 * 100 / 7.425$$

$$X = 80 \%$$

$$\text{Ahorro} = 80\%$$

Entonces si un bombillo ahorrador de energía cuesta \$10.000 y un bombillo tradicional cuesta \$1.000, la diferencia es:

$$\$10.000 - \$1.000 = \$9.000$$

Pero como en el mes se tiene un ahorro de \$5.940, entonces se recupera la inversión de un bombillo ahorrador de energía en dos meses:

Ahorro mensual por gasto de energía con bombillo ahorrador: \$5.940

$$\$5.940 * 2 \text{ meses} = \$11.880.$$

Ahora un bombillo ahorrador de energía tiene un costo de \$10.000 si se sustituyen 15 bombillos se tiene un costo total de: 150.000.

Costo de consumo de energía por 15 bombillos tradicionales:

$$\$7.425 * 15 = \$111.375$$

Costo del consumo de energía por 15 bombillos ahorradores:

$$\$1.485 * 15 = \$22.275$$

Se tendría un ahorro mensual de:

$$\$111.375 - \$22.275 = \$89.100$$

De igual manera se tiene que en un plazo de 2 meses se recupera la inversión de los bombillos ahorradores de energía.

✓ **Panel solar**

Tabla 4. Energía eléctrica.

ENERGIA ELECTRICA	
TRADICIONAL	SOSTENIBLE
<p>Energía eléctrica:</p> <p>Transformadores de energía de 11.4 kV a 220/120 Voltios</p> <p>Acometidas a los medidores en cable antifraude.</p> <p>Circuito de media tensión a 11.4 KV.</p> <p>Circuitos de baja tensión: 220 Voltios, 4 hilos ,3 fase, 1 neutro</p> <p>Puesta a tierra.</p> <p>30 días</p> <p>Horas de uso: 12</p> <p>Gasto mensual: \$ 250.000</p> <p>Ahorro (%): 0</p>	<p>Energía solar</p> <p>Paneles solares:2'800.000</p> <p>30 días de funcionamiento</p> <p>Horas de uso: 12</p> <p>Valor kw/h: \$0</p> <p>Gasto mensual: \$0</p> <p>Ahorro (%):100%</p>

Un panel solar tiene un costo de \$ 2'800.000, utilizando una cantidad de 10 paneles que es la necesaria para proveer la casa de la energía eléctrica que se necesita para todas las actividades resulta un costo total de \$ 28'000.000.

Dado que la institución pertenece a un estrato 6, el consumo de energía eléctrica mensual tiene un costo de \$ 250.000, si se deja de pagar esta cantidad por un tiempo de nueve (9) años y seis (6) meses se recupera la inversión del sistema de paneles solares, es decir:

9 años y 6 meses = 114 meses

114 meses * \$250.000 = \$28'500.000

Y la inversión fue de \$28'000.000

4.2 AGUA POTABLE

Tabla 5. Sistema de agua potable

SISTEMA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
TRADICIONAL	SOSTENIBLE
<p>Gasto de agua potable por persona al día: 150 litros</p> <p>Inodoro tradicional: el consumo de agua es de 13 litros y tiene un costo aproximado de \$120.000</p>	<p>Gasto de agua potable por persona al día: 150 litros – GAIT + GAIA</p> <p>GAIT : gasto de agua por inodoro tradicional</p> <p>GAIA: gasto de agua por inodoro ahorrador</p> <p>Inodoro ahorrador de agua: el gasto de agua es de 4.8 litros y su costo varia de \$300.000 - \$500.000</p>

Teniendo en cuenta que en la institución habitan 5 personas y que cada persona baja tres veces al día la cisterna y que el gasto de agua es de 4.8 litros, entonces se tiene que el gasto de agua es de:

Consumo de agua (CA):

Formula

CA = # de personas * # de veces de uso de inodoro * consumo en L del inodoro

Con inodoros ahorradores de agua

con inodoros tradicionales

CA= (5*3)*4.8 litros: 72 litros.

CA= (5*3)*13 litros: 195 litros.

CA por Persona: 72L/5personas

CA por Persona: 195L/5personas

CA por Persona: 14.4 litros

CA por Persona: 39 litros

Ahorro en el consumo de agua:

39 litros – 14.4 litros = 24.6 litros de agua.

Por persona: 24.6 litros

Porcentaje de ahorro (%):

39 litros = 100%

24.6 litros= X %

X= (24.6 litros*100%)/39 litros

X= 63.08%

Se ahorra 63.08 % de agua potable usada en el inodoro por persona.

Ahora si el gasto de agua potable de una persona es en promedio 150 litros al día (según RAS 2000), pero de este se consume 39 litros en el uso del inodoro tradicional, entonces por persona el gasto de agua potable para otros usos seria de 111 litros al día.

CONSUMO DE AGUA POTABLE (CAP)

Sistema tradicional:

CAP = Consumo de agua potable parcial + consumo de agua por uso del inodoro tradicional =

$$\text{CAP} = 111 \text{ litros} + 39 \text{ litros} = 150 \text{ L/Hab.día}$$

Sistema sostenible:

Y si se utiliza un inodoro ahorrador de agua que ahorra el 63.08% (24.6 litros) por persona, el consumo de agua potable por persona al día seria de:

$$\text{CAP} = 111 \text{ litros} + 14.4 \text{ litros} = 125.4 \text{ L/Hab.día}$$

Ahora si se reemplazan todos los inodoros de la edificación que son cuatro (4) por inodoros ahorradores cuyo costo unitario es de trescientos mil pesos (\$300.000), la inversión inicial seria de un millón doscientos mil pesos (\$1'200.000):

Cantidad de inodoros ahorradores * el costo unitario=

$$4 * \$300.000 = \$ 1'200000.$$

Pero el ahorro de agua potable por cada inodoro es de 24.6 litros por persona y si son cuatro (4) inodoros el ahorro es de:

Ahorro de agua potable por cada inodoro en L * Cantidad de inodoros=

$$24.6 \text{ L} * 4 = 98.4 \text{ L}$$

El consumo de agua potable por persona al día se convierte en:

Sistema tradicional: 150 litros

Sistema sostenible:

Formula:

Consumo de agua potable parcial + consumo de agua por uso del inodoro ahorrador =

$$111 \text{ litros} + 14.4 \text{ litros} = 125.4 \text{ L/Hab.día.}$$

Consumo de agua potable al mes por persona:

$$\text{Sistema tradicional} = 150 \text{ litros/Hab.día} * 30 \text{ días} = 4.500 \text{ L/Hab.mes}$$

$$\text{Sistema sostenible} = 125.4 \text{ litros/Hab.día} * 30 \text{ días} = 3.762 \text{ L/Hab.mes}$$

$$\text{Ahorro: } 4.500 \text{ L/Hab.mes} - 3.762 \text{ L/Hab.mes}$$

$$\text{Ahorro: } 738 \text{ L/Hab.mes}$$

$$4.500 \text{ litros} = 100\%$$

$$738 \text{ litros} = X \%$$

$$X = (738 \text{ litros} * 100\%) / 4.500 \text{ litros}$$

$$X = 16.4 \%$$

Entonces con el sistema sostenible se tiene un ahorro de 738 litros (16.4%) de agua potable al mes por persona.

Y sabiendo que 1m^3 de agua tiene un costo de: \$1.667 (según tarifa del acueducto)

$1\text{m}^3 = 1.000$ litros; o sea que: 1.000 litros = \$1.667

Costo mensual de consumo de agua potable por persona al mes es:

(Gasto de agua potable en L/Hab.mes * valor económico de 1.000L)/1.000

Sistema tradicional = $(4.500 \text{ L/Hab.mes} * \$1.667)/1.000 = \$7.501.5$

Sistema sostenible = $(3.762\text{L/Hab.mes} * \$1.667)/1.000 = \$6.271.25$

Se tiene un ahorro monetario mensual por persona de:

$\$7.501.5 - \$6.271.25 = \$1.230.24$

Y si en la edificación habitan 5 personas el ahorro es de:

$\$1.230.24 * 5 \text{ personas} = \$6.151.23$

Teniendo en cuenta que el ahorro del costo por consumo de agua potable de 5 personas es de \$6.151.23 y que si esta cantidad se ahorra por 196 meses, entonces, se recupera la inversión hecha en los inodoros ahorradores de agua.

$\$6.151.23 * 196 \text{ meses} = \$1'205.641$

Se tiene que en dieciséis (16) años y cuatro (4) meses se recupera la inversión para ahorro de agua potable.

4.3 REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE

En este se sustituyen las puertas de madera tradicionales por puertas que están hechas a partir de madera reciclada, con esto reduce la tala de árboles, de esta manera contribuyendo con el medio ambiente; se utiliza también aluminio reciclado.

Costo de la madera

Puerta 2m de largo por 0.75 m de ancho

Sistema tradicional = \$280.000

Sistema sostenible (Madera reciclada) = \$200.000

Costo de las varillas de aluminio

Sistema tradicional = \$190.000

Sistema sostenible (Aluminio reciclado) = \$100.000.

Ya que en este sistema, los productos hechos de material reciclado son más económicos que los tradicionales entonces la reducción de precios se ve es en el momento de la compra de los materiales, otro beneficio es el uso de materiales reciclables con lo que se reduce el uso de recursos naturales tales como los árboles.

Dado que en la edificación hay diez (10) puertas de madera tradicional, si se reemplazan todas por puertas sostenibles (hechas a partir de madera reciclada), se tiene que:

En la producción de una puerta de madera tradicional se utiliza un volumen de madera (tala de árbol) de:

Volumen (V) = (largo * ancho * grosor) de la puerta, en metros m

$$V = 2\text{m} * 0.75\text{m} * 0.04\text{m}$$

$V = 0.06 \text{ m}^3$; volumen gastado de madera en la producción de una puerta tradicional.

Si son diez (10) puertas el volumen total (VT) gastado será:

$$VT = 0.06 \text{ m}^3 * 10$$

$$VT = 0.6 \text{ m}^3.$$

Entonces si se sustituyen las diez (10) puertas tradicionales por puertas sostenibles se está ahorrando 0.6 m^3 , de madera en la tala de árboles.

5. CONCLUSIONES

- ✓ Algunas de las barreras para que las personas y las empresas en Colombia apliquen sistemas de construcción sostenible son: la falta de cultura para la inversión en estos nuevos sistemas de construcción, la ausencia de conocimiento sobre tecnologías que se puedan aplicar a la construcción sostenible.
- ✓ Según estudios hechos por varias entidades mundiales entre ellas el Spain Green Building Council: llevar a cabo una construcción sostenible requiere de una inversión monetaria importante, pero esto trae consigo una valiosa reducción en el grado de contaminación ambiental y un ahorro a mediano y largo plazo en los costos operativos de los proyectos.
- ✓ Según algunos urbanistas de la región la aplicación de sistemas sostenibles a las edificaciones tradicionales no se ha podido llevar a cabo dado que la mayoría de los materiales y de las tecnologías necesarias para esto no se encuentran en la región, ya que los proveedores no distribuyen gran cantidad de materiales ni tecnologías necesarios
- ✓ Para las empresas constructoras es muy difícil encontrar personal capacitado para realizar proyectos sostenibles en la región y traer este personal implica el aumento de los costos de inversión de los proyectos siendo esto un impedimento económico
- ✓ Algunos constructores de la región ven los proyectos sostenibles como inversiones muy costosas las cuales les generan pocas ganancias sin mirar que a futuro estos proyectos generan un ahorro significativo durante su operación.
- ✓ La construcción sostenible es un tema muy amplio y extenso y por esto este proyecto se baso en realizar una descripción de la construcción

sostenible y un inventario de tecnologías disponibles en la región sin poder lograr adaptar estas tecnologías en edificaciones.

6. RECOMENDACIONES

- ✓ Resaltar entre las constructoras, dueños de proyectos y gremios de profesionales de la construcción mediante eventos, seminarios, talleres, estudios reales de casos y cifras y artículos e informes en las revistas especializadas del sector constructivo que la construcción sostenible es una inversión a largo plazo con la cual se podrán reducir los costos de operación de los proyectos logrando así un ahorro importante y además se mitigaran los impactos negativos de estos proyectos en el medio ambiente.
- ✓ Implementar la cultura de la construcción sostenible desde la universidad con simposios y conferencias, introduciendo el tema en el currículo de la universidad para que los estudiantes logren conocer y comprender la construcción sostenible como el futuro de la construcción en el país.
- ✓ Continuar con la investigación sobre la construcción sostenible teniendo en cuenta que hay que ir paso a paso en este tema tan extenso pues se puede correr el riesgo de perder el enfoque y el sentido de la investigación, para esto se deben realizar estudios más detallados y específicos de cada uno de los temas que trata la construcción sostenible, como lo son los estudios de sitios sustentables, estudios de energía, estudios de impactos, estudios de materiales y recursos para que con el tiempo se pueda realizar un proyecto sostenible fundamentado en todos estos estudios.
- ✓ Buscar que el gobierno y las entidades financieras den una ayuda económica reduciendo los intereses de los préstamos para las constructoras que quieran invertir en proyectos de construcción sostenible con el fin de que esto disminuya los precios del proyecto y los inversionistas pierdan el miedo a perder dinero con este tipo de construcciones.

7. BIBLIOGRAFIA

- ✓ AREVALO CHAVEZ, Biagio. Notas de clase Especialización en Gerencia e Interventoría en Obras Civiles. En: SEMINARIO CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED (Bucaramanga). Memorias del Seminario Construcción Sostenible Sistema De Certificación Leed. Bucaramanga CONSTRUDATA, 114 EDICIÓN NACIONAL (2000) Edición editorial LEGIS S.A.
- ✓ LUIS FERNANDO BOTERO BOTERO (2006) Construcción sin pérdidas análisis de procesos y filosofía Lean Construction 2ª. Edición editorial LEGIS S.A.
- ✓ Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98 1999 3R Editores LTDA. 2001
- ✓ McGraw-Hill Construction (2008), Key Trends in the European and U.S. Construction Marketplace: Smart Market Report.
- ✓ World Green Building Council, McGraw-Hill (2008)
- ✓ http://www.articulosinformativos.com/La_Madera_en_la_Construccion-a1154078.html
- ✓ <http://www.ficem.org/site/media/LA%20MAMPOSTER%C3%8DA%20DE%20CONCRETO%20EN%20LA%20VIVIENDA%20DE%20INTER%C3%89S%20SOCIAL%20EN%20COLOMBIA.pdf>
- ✓ <http://micigc.uniandes.edu.co/Investigaciones%20y%20Desarrollo/documentos%20vis/mamposteria%20reforzad.pdf>
- ✓ <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2008/04/22/que-significa-leed/>
- ✓ http://www.siemon.com/la/white_papers/08-05-07-introduction-to-leed.asp

- ✓ <http://www.dinero.com/noticias-negocios/construccion-sostenible/60529.aspx>
- ✓ http://www.portafolio.com.co/economia/economiahoy/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-5312907.html
- ✓ http://www.articulosinformativos.com/La_Madera_en_la_Construccion-a1154078.html
- ✓ <http://es.wikipedia.org/wiki/Construcci%C3%B3n>
- ✓ <http://gustato.com/generalidades/Contaminacion.html>
- ✓ <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=10&m=15&idm=15&pat=14&n2=14>
- ✓ <http://www.motiva.com.pe/Articulos/Lean%20Design%20en%20Proyectos%20Inmobiliarios.pdf>
- ✓ <http://www.eafit.edu.co/EafitCn/CEC/ProgramasOfrecidos/C/leanconstruction2009.htm>
- ✓ <http://www.escuelaing.edu.co/documentos/mejoramientodelagestiondelaconstruccion.pdf>
- ✓ <http://habitaxion.wordpress.com/2007/03/>
- ✓ http://images.quebarato.com.br/photos/big/3/9/CE939_1.jpg
- ✓ <http://www.ventanar.com/ventanal/eliptica.html>
- ✓ http://www.acuaval.com/paginas/institucional/orinales_sin_agua.html
- ✓ http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-7336691-grifo-automatico-econowater-ahorrador-de-agua-con-sensor-_JM

- ✓ http://www.quebarato.com.co/clasificados/griferia-de-sensor-infrarrojo-lavamanos-lavaplatos-sanitarios__3448901.html
- ✓ http://www.acuaval.com/paginas/institucional/grif_antivandalicas.html
- ✓ <http://www.corona.com.co/Corona/ViewContent.aspx?Content=358>
- ✓ http://www.gzingenieria.com/pro_ocu_infrarrojos.html
- ✓ www.eternit.com.co/index.php?option=com_docman
- ✓ http://www.rolformados.com.co/imagenes/pdf_servicios/24.pdf
- ✓ www.eternit.com.co/index.php?option=com_docman
- ✓ <http://oscarvillani.blogspot.com/2009/05/techos-verdes-green-roofs.html>
- ✓ <http://www.asesoresgreenbuilding.com/certificacion-leed.html>

Anexo 1A. ENERGIA Y ATMOSFERA (EA).

Requisitos esenciales de E_A	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Fundamentos del sistema de energía en las construcciones. 2. Desempeño energético mínimo. 3. Manejo de refrigeración fundamental 	
Créditos de E_A	Puntos que se pueden obtener
<ol style="list-style-type: none"> 1. Optimización del desempeño energético. 2. Energía renovable en las instalaciones. 3. Puesta en servicio mejorada. 4. Manejo de refrigeración mejorado 5. Medidas y verificaciones 6. Energía eléctrica ecológica 	<p>1-10</p> <p>1-3</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>
Total posible de puntos	17

Fuente: http://www.siemon.com/la/white_papers/08-05-07-introduction-to-lead.asp

Anexo 1B. Materiales y recursos (MR)

Requisitos esenciales para materiales y recursos		
1. Almacenamiento y recolección de material reciclable		
Créditos de MR		Puntos que se pueden obtener
1. Reutilización de la construcción	1.1: Mantener el 75% de paredes, pisos y techos existentes	1
	1.2: Mantener el 95% de paredes, pisos y techos existentes	1
	1.3: Mantener el 50% de elementos interiores no estructurales	1
2. Manejo de desechos de construcción	2.1: Recuperar el 50% de desechos	1
	2.2: Recuperar el 75% de desechos	1
3. Reutilización de materiales	3.1: 5%	1
	3.2: 10%	1
4. Contenido para reciclaje	4.1: 10% (después del consumo + 1/2 antes del consumo)	1
	4.2: 20% (después del consumo + 1/2 antes del consumo)	1
5. Materiales regionales	5.1: 10% extraído, procesado y fabricado a nivel regional	1
	5.2: 20% extraído, procesado y fabricado a nivel regional	1
6. Materiales rápidamente renovables		1
7. Madera certificada		1
Total posible de puntos		13

Fuente: http://www.siemon.com/la/white_papers/08-05-07-introduction-to-leed.asp

Anexo 2. Descripción de sensores de tecnología infrarroja

Referencia	Descripción	Carga Soportada	Fuente de Alimentación (Powerpack)	Aplicación Típica
WA-200-W	Sensor para empotrar tipo interruptor de pared, 100-300V con selector Auto-ON o Manual-ON, lente resistente a vandalismo	800W carga fluorescente para 120V ó 1.200W para 277V	No requiere	Pequeñas oficinas, salas de conferencias
WA-300-W	Sensor para empotrar tipo interruptor de pared, 100-300V, con dos reles para manejo de dos cargas separadas, Switch dual para control separado de cada relé.	800W carga fluorescente para 120V ó 1.200W para 277V	No requiere	Pequeñas oficinas, pequeñas salas de conferencias
CN-100-W	Sensor de aplicación residencial, para empotrar tipo interruptor de pared, 120V, con lente resistente al impacto.	500W carga incandescente	No requiere	Oficinas, salas de conferencia
WS-200-W	Sensor para empotrar tipo interruptor de pared, Tensión de operación: 120/277 VAC, cobertura: 83,6m ² , 180°	Potencia: 0-800/0-1200W,	No requiere	Pequeñas oficinas, salas de conferencias
TS-400-W	Sensor tipo Inteli Switch digital con timer temporizador 120/277 VAC	-	-	Cuartos de Almacenamiento

Fuente: http://www.gzingeneria.com/pro_ocu_infrarrojos.html

Anexo 3 Descripción de inodoros

Inodoros de bajo consumo de agua

Código: A.1.10

DESCRIPCION GENERAL

Se ha demostrado que ahorrar agua, mediante adiciones o cambios a los inodoros, no es tan simple como la acción independiente de reducir el volumen del agua almacenada en sus tanques. La colocación de ladrillos o de botellas plásticas con arena dentro de los tanques no es salida apropiada.



Los inodoros tradicionales funcionan mediante la evacuación de volúmenes de agua ubicados en un rango que va desde los 13 hasta los 23 litros.

Los inodoros de bajo consumo de agua son los que tecnológicamente se han desarrollado para trabajar con volúmenes de 6 litros o menos de agua.

Para estos inodoros las tazas son fabricadas con sifones capaces de arrastrar todos los sólidos que se le depositen, hacer el intercambio total del sello de agua y guardar apropiadamente el cierre hidráulico requerido para que gases no ingresen en el cuarto de baño.

Fuente: <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-ahorradores.htm>

Anexo 4: Descripción de iluminación

Concepto	Incandescente	Fluorescente Compacta
Potencia (W)	75	15
Kw/hora	0.075	0.015
Días	30	30
Horas uso	4	4
Valor Kw/h	\$ 55	\$ 55
Costo mensual	\$ 7.425	\$ 1.485
Ahorro (%)	-	80 %

CONSTRUDATA, 114 EDICIÓN NACIONAL (2000), Pagina 15 Edición editorial LEGIS S.A.

Anexo 5: Descripción de aguas

RAS-2000 Sistemas de Acueducto

TABLA B.2.2 ✓
Dotación neta según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (L/hab·día)	Dotación neta máxima (L/hab·día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-
Alto	150	-

Fuente: Reglamentación técnica del sector a agua potable y saneamiento básico RAS 2000