

**Análisis de los efectos que causa la implementación de la ingeniería sostenible en el medio
ambiente de la ciudad de Bogotá**

Richard Fabián Betancourt Rodríguez

Guillermo Andres Salazar Vargas

Presentado por:

Universidad la gran Colombia

Facultad de posgrados

Especialización en gerencia

Bogotá D.C.

2018

**Análisis de los efectos que causa la implementación de la ingeniería sostenible en el medio
ambiente de la ciudad de Bogotá**

Richard Fabián Betancourt Rodríguez

Guillermo Andres Salazar Vargas

Presentado por:

Trabajo de grado para optar por el título de especialista en gerencia

Dirigido por:

Leidy Yolanda Gonzales González

Universidad la gran Colombia

Facultad de posgrados

Especialización en gerencia

Bogotá D.C.

2018

Contenido

Planteamiento del problema	5
Línea de investigación	8
Justificación	9
Objetivos	13
Objetivo general:	13
Objetivo específico:	13
Antecedentes	14
Marco teórico	17
Marco conceptual	25
Marco legal	28
Metodología	30
Capítulo 1: ¿Qué sistema de construcción facilita que se implemente el sistema de ingeniería sostenible?	31
Capítulo 2: Como evaluar el impacto que causa la implementación del sistema de ingeniería sostenible en las construcciones de la ciudad de Bogotá	38
Capítulo 3: Como mejora la calidad de vida de los ciudadanos de Bogotá con la implementación de un sistema amigable con el medio ambiente	50
Conclusiones	58

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo óptimo de residuos de construcción y demolición	26
Figura 2. Esquema de una planta de tratamiento de RCD.....	35
Figura 3. Composición de los residuos inertes y no peligrosos en obras de construcción.....	37
Figura 4. Bogotá, en línea con la construcción sostenible	41

Planteamiento del problema

Más allá de los conceptos teóricos, existen sólidas razones por las que vale la pena que los profesionales de la ingeniería le apuesten al estudio o dominio de una ciencia humanística como es la gerencia. Un campo del conocimiento que les dará las herramientas para realizar aportes más significativos, enfocados al beneficio de las organizaciones y de la sociedad.

Todos los ciudadanos de un país deberían conocer mucho de economía para entender por qué sus gobernantes toman decisiones sobre las tasas de interés, la inflación, el déficit y algunas otras variables menos nombradas pero igualmente importantes, dado que los cambios que se realizan sobre dichas variables afectan la vida de cada uno, es decir que se verá afectada desde la decisión más sencilla, hasta la más importante. Y en este contexto, en especial los ingenieros, que son de vital importancia para el desarrollo de una nación, deben saber economía para así desarrollar los medios adecuados para su entorno y generar valor. (Garavito, 2010)

El ingeniero deja de ser operativo en la medida que entienda cómo tomar decisiones en un ambiente tan complejo y dinámico como el que hoy se presenta en el mundo laboral. A esto hay que sumar nuestro deber como ciudadanos y personas que no vivimos solos aquí, de manera que estudiar una ciencia cuyos fines son, tanto científicos como humanísticos, como lo es la economía, nos permite apoyar o generar iniciativas a la luz de las necesidades de la sociedad. Esto, entendiendo realmente cómo se logra un movimiento de variables económicas que impulsen el desarrollo o busquen disminuir la inequidad (Garavito, 2010)

Que papel cumple la ingeniería sostenible en Colombia:

La ingeniería sostenible surge a partir de la necesidad de crear algo novedoso que le aporte a la sociedad y que genere utilidad al desarrollo sostenible de Colombia, con el fin del desarrollo de los procesos de una manera que no se ponga en peligro el medio ambiente ni se agoten los recursos existentes, tanto a nivel económico, social y ambiental, el panorama mundial está invadido de diversas problemáticas, las cuales permiten que la calidad de vida de los seres humanos decaiga progresivamente. El progreso de la humanidad ha estado enmarcado por las innovaciones tecnológicas presentes en industrias y sectores como el de la construcción, las cuales han posibilitado el acceso a una vivienda a una enorme cantidad de población, pero que, en

contraposición, significaron un incremento en la utilización de recursos naturales, logrando que el fenómeno del calentamiento global se agudice.

La construcción es uno de los sectores más contaminantes, pues utiliza importantes recursos naturales. Se ha estimado que, a nivel mundial, las construcciones consumen el 17% del agua potable, el 25% de la madera explotada y entre 30% y 40% de la energía. (Jurado, 2011)

Además, se calcula que emiten alrededor de la tercera parte de las emisiones de CO₂ y dos quintas partes de los desechos sólidos. En la actualidad, cuando los efectos del cambio climático son evidentes y la importancia del ambiente pasó de ser un tema de interés exclusivo de grupos ecologistas, a ser parte de la vida diaria de los ciudadanos y parte de la agenda pública de los gobiernos, corresponde a los profesionales de la Ingeniería en sus diferentes ramas, asumir su lugar en pro del ambiente, en su calidad de forjadores del desarrollo, ejecutores y gestores de las obras, reconociendo que el respeto a los recursos naturales es una variable de obligatoria inclusión en la planeación del desarrollo además de todos los elementos clásicamente incluidos en la concepción de los proyectos de ingeniería. (Jurado, 2011)

La ingeniería es quizá la profesión con una influencia más directa sobre el desarrollo sostenible, en la medida que los ingenieros son responsables de la explotación de los recursos naturales y de su uso en beneficio del género humano, requiere un enfoque interdisciplinario en todas sus fases, desde el diseño, pasando por la construcción y utilización, hasta llegar al desmantelamiento o reutilización. El 80% de la población vivirá en ciudades en los próximos diez años. Ello causará un aumento exponencial en el área de las zonas urbanas lo que, a su vez, exige la implementación de construcciones sostenibles y alternativas de protección ambiental que permitan reducir y hacer más eficiente la demanda de energía, la gobernanza del recurso hídrico y la calidad del aire, así como una gestión eficiente de los residuos y transportes seguros ambientalmente amigables y eficientes.

En Colombia las edificaciones que logran una eficiencia ecológica son reconocidos con la certificación LEED, "Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental", la cual evalúa el acabado de un edificio según seis criterios primordiales: sostenibilidad, eficiencia en el aprovechamiento del agua, energía e impacto atmosférico, materiales y recursos empleados,

calidad del ambiente interior e innovación y proceso de diseño. Cifras del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (Cccs), con base en datos del Consejo de Estados Unidos de Edificios Verdes (Usgbc, por sus siglas en inglés), señalan que Colombia ocupa la cuarta posición en Latinoamérica en cuanto a edificaciones ‘verdes’, con 175 proyectos registrados en el listado oficial de Leed, que suman 3,5 millones de metros cuadrados. El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible explica también que nuestro país cuenta con 3,5 millones de metros cuadrados de construcciones Leed, 122 edificios registrados (es decir, que han comenzado el proceso para obtener la certificación) y 53 que tienen ese certificado y que, sumados, abarcan una superficie de 1’107.105 metros cuadrados (m²)”. (Serrano, 2017)

Más allá de cuidar el medio ambiente y los recursos naturales del mismo, la construcción sostenible genera un sinnúmero de beneficios económicos a los arquitectos, ingenieros y obreros de una obra eco-amigables, como al propietario de la misma, ya que esta reduce los costes de varios aspectos de la construcción. Por ejemplo, el coste de las demoliciones de una construcción antigua, de los materiales nuevos a utilizarse, del mantenimiento del edificio una vez terminado, de los servicios básicos como agua, electricidad o gas, es decir, el coste de la construcción como tal, es significativamente más bajo si se hace de forma sostenible. Este ahorro no es sólo al momento de construir, porque quienes vivan o hagan uso de la construcción sostenible también pagarán menos. Generalmente, los edificios eco-amigables están adaptados a las necesidades del ser humano: aprovechan el agua de su entorno, tienen luz por paneles solares, tienen ventilación cruzada gracias a su diseño, por lo que no necesitan A/A y tienen electrodomésticos de bajo consumo.

Línea de investigación

Por el contexto del problema en el que se desarrolla este trabajo de investigación, realizado alrededor del estudio del desarrollo sostenible de la industria de la Construcción Colombiana, en la implementación de alternativas sostenibles para la construcción de vivienda de interés social y prioritario, utilizando un modelo de reciclado conocido como residuo de construcción y demolición (RCD), esta temática se suscribe en la línea “Gestión integral y dinámica de las organizaciones empresariales”, toda vez que al realizar el estudio de la sostenibilidad como alternativa para construir este tipo de viviendas, se pueden identificar y adaptar diferentes sistemas de construcción sostenible, que contribuyan a la preservación del medio ambiente y a una mejor calidad de vida de la población nacional.

Justificación

Uno de los mayores problemas que afronta la construcción se ve en la obtención de sus materias primas, ya que en muchos casos se está viendo la necesidad de tener que explotar y extraer recursos naturales en ocasiones en peligro de causar algún daño ambiental para poder desarrollar al máximo la actividad de la construcción.

De esta manera se ha hecho necesario acudir a alguna forma que ayude a que la actividad de la construcción siga adelante tratando de minimizar al máximo los daños ambientales que causa que esta actividad se siga desarrollando, es ahí donde se expone la aplicación de una ingeniería amigable con el medio ambiente, que trate de minimizar al máximo los daños causados a la naturaleza o que se puedan adoptar otros materiales que no sean necesariamente 100% naturales.

Es en este momento donde se expone utilizar una ingeniería llamada ingeniería sostenible, una ingeniería que países como Inglaterra, Alemania, Portugal, España entre otros, adoptarlos hace una serie de años para tratar de mitigar los daños inmensos que estaba causando desarrollar la actividad de la construcción acabando con su ecosistema. (Castaño, Rodriguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013, pág. 123)

La ingeniería sostenible es una ingeniería limpia, una ingeniería que basa su sentido en que no se fijen solo en recursos naturales para la construcción si no que miremos en otros lados nuevas formas, nuevos materiales que puedan remplazar estas materias primas que ya se ven en peligro de causar un daño importante en la naturaleza, por materiales que puedan cumplir no solo con no causar daño ambientales sino que cumpla con todas sus funciones mecánicas que cumplen los materiales utilizados en la construcción normalmente.

Una de las nuevas fuentes donde quiere que fijemos nuestras miradas la ingeniería sostenible es del reciclaje, el reciclaje es una de las actividades que más genera materia que puede ser reutilizada para la actividad de la construcción, ¿pero qué materiales pueden servir del reciclaje para ser utilizados en la construcción?, la construcción como todo en la vida tiene su ciclo desde que está en su fase de construcción hasta que llega a la fase de demolición, es ahí cuando llega a la fase de demolición donde conocemos la materia denominada RCD (Residuos de Construcción y Demolición) y los componentes constructivos (puertas, ventanas, vigas, artefactos sanitarios, revestimientos, tejas) y otros

materiales similares que puedan ser reutilizados directamente o con transformaciones mínimas. (Vega, 2012)

En Colombia la ingeniería sostenible se ha comenzado adoptar como una fórmula para tratar de disminuir el impacto que causa la construcción y la utilización de RCD como sistema de construcción es una de las formulas a las que le apuesta a futuro, ya que es una Ciudad que está en constante crecimiento y que produce cerca 15 millones de ton/año de RCD cerca de 2000 kg.hab/año, es una cifra que alarma ya que está causando un verdadero daño del ambiente de la ciudad. (Vasquez, Botero, & Carvajal, 2014)

Es por esta razón que se estudiara los factores más importantes que están afectando el medio ambiente en la ciudad de Bogotá, y de igual manera de estudiar los beneficios que traerá al implementar una ingeniería sostenible para tratar de mitigar al máximo los daños causados por la actividad de la construcción al medio ambiente.

Aportes de las construcciones sostenibles:

La construcción sostenible aporta importantes beneficios. En lo que respecta a lo económico, son beneficios tangibles la reducción de costos operativos, una mayor productividad y satisfacción por parte de los usuarios, un mejor rendimiento especialmente en escuelas, una disminución marcada en los días de internación de pacientes en hospitales y una optimización del rendimiento económico en cuanto al ciclo de vida del edificio. Eso lleva a que un buen gerente opte esta forma de construir ya que trae beneficios en costos y mayor productividad. Dos de las construcciones más emblemática que podemos encontrar en Bogotá son las siguientes:

Aloft Bogotá Airport

El primer hotel en Colombia en recibir la certificación Leed, y el primero en Latinoamérica en obtenerla en nivel Oro, fue desarrollado por el Grupo Terranum.

Durante el proceso de construcción, el 13% de los materiales utilizados era de origen reciclado, la madera provenía de una cadena de extracción sostenible y las pinturas empleadas en el interior poseían bajo contenido de compuestos orgánicos volátiles, que pueden ser tóxicos para los humanos.

El hotel cuenta con un sistema de ventilación mecánica, el aire acondicionado que climatiza 142 habitaciones funciona con agua en lugar de refrigerantes, el techo del hotel, sembrado con plantas que ayudan a que la estructura no se caliente, está acondicionado para recolectar aguas lluvias y aguas grises (de duchas y lavamanos) que mediante una planta de tratamiento local luego se utilizan para abastecer sanitarios.

Los huéspedes son compensados con un bono de US\$5, que pueden redimir en el bar del hotel, por cada día en el que decidan que no se laven ni sus sábanas ni sus toallas. Todo el edificio cuenta con un sistema de entretenimiento e iluminación inteligente que funciona con sensores y bombillas ahorradoras y las áreas comunes, los pasillos y las habitaciones aprovechan al máximo la luz del sol. (verde, 2013)

Panoramic Ecobusinness Club

La torre ubicada sobre la Autopista Norte de Bogotá, fue diseñada a partir de modelos físicos que tuvieron en cuenta el movimiento del sol y los flujos del aire. “Aunque fue arriesgado decidir que la ventilación del edificio sería bioclimática, confiamos en las modelaciones y nos arriesgamos. El resultado superó todas las expectativas: el edificio no requiere aire acondicionado, las ventanas pueden abrirse para que las personas sean quienes regulen el aire voluntariamente.

Para contrarrestar el ruido de la calle se acondicionó el edificio con trampas de sonido por las que circula el aire. Se realizaron aperturas en las fachadas orientales y occidentales que permiten ventilar todo el edificio. Además, las persianas que acompañan la fachada del edificio disminuyen el impacto del sol, impidiendo que se caliente el interior del edificio.

La ubicación de la torre permite que quienes trabajan aquí puedan movilizarse fácilmente en transporte público o en bicicleta; además, el edificio les entrega parqueaderos preferenciales a los funcionarios que tengan automóviles eficientes. Aunque la mayoría de proyectos de construcción sostenible se concentran en Bogotá y Medellín, el interés de los arquitectos por este tipo de prácticas viene creciendo. Una reciente encuesta realizada por McGraw Hill Construcción en más de 60 países, incluyendo Colombia, encontró que el 94% de los arquitectos tiene algún grado de vinculación con las prácticas de construcción

sostenible. Además, el 51% de estos profesionales espera que en 2015 más de 60% de sus proyectos vaya de la mano con la protección del medio ambiente. (verde, 2013)

Objetivos

Objetivo general:

Realizar un estudio de viabilidad para la reutilización de los residuos de construcción y demolición en la construcción sostenible de la ciudad de Bogotá.

Objetivo específico:

- Identificar un sistema de construcciones que facilite la implementación de la construcción sostenible.
- Evaluar el impacto ambiental que genera la implementación de la construcción sostenible en la ciudad de Bogotá.
- Analizar en qué aspectos mejorara la calidad de vida de los ciudadanos Bogotanos implementando la construcción sostenible.

Antecedentes

Título: Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá: perspectivas y limitantes.

Autor: Jesús Castaño, Rodrigo Rodríguez, Leonardo Lasso, Adriana Cabrera, Manuel Ocampo.

Artículo: El crecimiento en la ciudad de Bogotá ha venido incrementado entre el 20% y el 30% del PIB de la construcción colombiana y con eso se ha venido incrementado los residuos generados por la actividad de la construcción. Lo que generaba un problema por la escasez de materias primas que no se encontraban cerca al casco urbano de la ciudad de Bogotá, el reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD), para ser reutilizados como agregados se mira como un solución que han adoptado países desarrollados para afrontar este problema de contaminación ambiental y disminuir el impacto de la extracción de agregados vírgenes que estaban causando daños importantes en su ecosistema.

Por esta razón Colombia ha mirado este proceso como actividad novedosa que han venido impulsando las entidades públicas encargadas de gestionar la construcción y cuidar el medio ambiente, generado también una serie de normas y leyes necesarias para que el reciclaje del agregado se convierta en una actividad que cumplan las empresas constructoras y se generen acciones alrededor de las oportunidades y retos necesarios para alcanzar una gestión total del reciclaje y utilización total de los RCD. (Castaño, Rodríguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013, pág. 123)

Título: Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional

Autor: Alejandro Vásquez Hernández, Luis Fernando Botero Botero, David Carvajal Arango

Artículo: Plantea una alternativa que ayude a dar un paso importante a un ciclo continuo del Reciclaje-Fabricación-Uso-Reciclaje, comenzando con contemplar la posibilidad de entender los residuos de RCD como una materia prima de los nuevos procesos de construcción, disminuyendo a su vez la extracción de materias vírgenes.

Para ellos se propone la fabricación de bloques de tierra comprimida a partir de la utilización de la tierra del proceso de excavación y la edición de residuos de construcción y demolición (RCD) como agregado, sustituyendo en su totalidad los agregados naturales utilizados normalmente. Los bloques con adición de RCD, cumplieron con la especificación físicas y macacinas establecida por las normas técnicas colombiana. (Vasquez, Botero, & Carvajal, 2014)

Título: Beneficios económicos de la certificación leed. Edificio centro ático: caso de estudio

Autor: Óscar Ribero, Deisy Garzón, Yesid Alvarado y Isabel Gasch

Artículo: En el presente estudio realizado por de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Colombia y ICITECH, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. España, en el año 2015, se estudiaron los beneficios económicos de la aplicación del programa de certificación de construcciones sostenibles LEED, en el Edificio Centro Ático situado en Bogotá – Colombia, lo que concluyo no solo los beneficios en términos de sostenibilidad a causa de grandes ahorros en los consumos de agua y energía eléctrica, sino que también disminuye de forma significativa los costos de operación durante el ciclo de vida de la edificación, convirtiendo estas edificaciones en una buena inversión. Por lo anterior, se puede afirmar que de contemplarse las estrategias para el cumplimiento de los requisitos del manual LEED durante la etapa de diseño del edificio, éstas pueden no tener implicaciones importantes en el incremento económico, y por el contrario pueden representar reducciones de consumos en la etapa de operación del edificio, lo que constituiría a la implementación de la certificación LEED en una buena inversión.

Por otro lado, el sector de la construcción es el responsable de notables impactos ambientales debido a los altos consumos de energía eléctrica, agua y materias primas que éste representa, además de generar gran cantidad de residuos y contaminantes del aire, suelo y agua. Es por ello que este sector dispone de un gran potencial de mejora ambiental. Diferentes entes, tanto públicos como privados, alrededor del mundo han empleado políticas de construcción sostenible implementando estándares en el desarrollo de proyectos de edificación para promover el cuidado del medio ambiente y la salud humana. Esa situación expuesta anteriormente conlleva a una necesidad evidente de incentivar en Colombia la aplicación de sistemas de calificación sostenible que reflejen, no solo el crecimiento en términos económicos del país, sino que además tengan un aporte sobresaliente en el cuidado medioambiental.

Título: Construcciones sostenibles: incentivos para su desarrollo en la ciudad autónoma de buenos aires

Autor: Nicole Michel

Artículo: Por otra parte la Investigadora del Instituto de Ciencias Sociales y Disciplinas Projectuales, de la Universidad Argentina de la Empresa (UADE), en el año 2016, este trabajo presenta como objetivo principal proponer a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires un posible Plan de Incentivos para Construcciones Sostenibles, que se enmarcaría dentro de un Plan Integral de Sostenibilidad que potencie un desarrollo responsable de la ciudad a través de políticas públicas y emprendimientos privados y considere tanto acciones voluntarias como en una segunda instancia reglamentaciones oficiales de aplicación obligatoria. Considerando tanto las condiciones urbanas existentes como las deseadas e identificando áreas específicas que se verían beneficiadas por desarrollos sostenibles, se proponen y definen incentivos particularmente estructurales y sociales en términos de alcance y de ubicación sugerida dentro de la Ciudad de Buenos Aires.

Como sabemos las construcciones verdes han demostrado contribuir a un ambiente más sostenible. En conjunto, los edificios verdes en un contexto urbano pueden ayudar a mitigar desafíos sociales y ambientales provenientes de un crecimiento proyectado exponencial de las ciudades, que incluye contaminación, degradación de ecosistemas, pobreza e inequidad social. Resulta entonces esencial buscar oportunidades que promuevan prácticas de construcción sostenible con impactos positivos tanto sobre los ocupantes de los edificios y su entorno inmediato como sobre la calidad urbano-espacial de la ciudad, especialmente en cuanto a sus condiciones sociales y ambientales.

Marco teórico

Aplicación de la gerencia en la ingeniería sostenible:

La gerencia Planifica, analiza y diseña obras civiles sostenibles útiles para la sociedad. Empleando métodos eficientes y técnicas modernas, y optimizando los recursos de personal, equipo y materiales. También Fiscaliza diferentes obras sustentables respetando los criterios técnicos, normativos y legales; enmarcados dentro de la ética y la moral. Y Administra construcciones, aplicando conceptos de gerencia estratégica, y considerando aspectos jurídicos, financieros y tributarios. (Rodríguez & Fernández, 2010)

Lo más importante que realiza la gerencia en una construcción sostenible es analiza el ciclo de vida del proyecto. Esto consiste en diseñar y planificar un proyecto desde la concepción de la idea hasta la deconstrucción o cambio de uso (de la cuna a la tumba) como hace la norma ISO 14040 y la norma ISO 14044. Sin embargo, según el concepto del desarrollo sostenible, parece más acertado aplicar al diseño el análisis de la cuna a la cuna, es decir, proyectar pensando en la vida útil del proyecto, devolviendo a su estado original los productos empleados (materiales, suelo, etc.).

En las últimas décadas del siglo XX el deterioro progresivo que se ha dado en el medio ambiente producto de las diversas actividades humanas, ha creado un debate con el objetivo de reducir y revertir estos efectos negativos que se ocasionan sobre el medio ambiente. A pesar del aumento de conciencia sobre el problema es poco lo que se ha logrado disminuir a nivel global. Por el contrario, se ha visto un gran aumento del consumo de energía en el planeta durante los últimos años, de manera más marcada en los países desarrollados.

El concepto de la sostenibilidad se inicia con las conversaciones de organizaciones internacionales que buscan el bienestar de la población mundial (como la Organización de las Naciones Unidas - ONU). El objetivo consiste en desarrollar actividades humanas que satisfagan las necesidades de las actuales generaciones, sin comprometer ni agotar los recursos para que las del futuro logren atender las suyas.

La sostenibilidad ha influenciado fuertemente la práctica de la ingeniería y la construcción. Estas actividades al mismo tiempo que favorecen el desarrollo social y económico de un país, también contribuyen al deterioro del medio ambiente a través de la ocupación del

espacio y del paisaje, la extracción de recursos, generación de residuos y contaminación durante el ciclo de vida de la obra construida. (Sando, 2011, pág. 11)

Esta es la razón que ha impulsado la creación de estrategias y alternativas conceptuales aplicables a los procesos de diseño y edificación, por medio de las cuales se pueden aprovechar los recursos naturales y energéticos de modo tal que su impacto ambiental sea mínimo. Los objetivos son diseñar y construir edificaciones en donde se consideren las condiciones climáticas locales, con materiales constructivos eficientes, lograr reducir el consumo energético durante su ciclo de vida, mientras se obtenga el adecuado confort térmico interior.

Y según Ribero Óscar, Garzón Deisy, Alvarado Yezid y Gasch Isabel el sector de la construcción es el responsable de notables impactos ambientales debido a los altos consumos de energía eléctrica, agua y materias primas que éste representa, además de generar gran cantidad de residuos y contaminantes del aire, suelo y agua. Es por ello que este sector dispone de un gran potencial de mejora ambiental. Diferentes entes, tanto públicos como privados, alrededor del mundo han empleado políticas de construcción sostenible implementando estándares en el desarrollo de proyectos de edificación para promover el cuidado del medio ambiente y la salud humana.

En el caso de Estados Unidos, a mediados de los años 90, el US Green Building Council inició trabajos en las primeras versiones de un sistema de calificación de edificaciones sostenibles, que ya en 1998 fue denominado LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). El objetivo inicial de esta certificación era crear un estándar que definiera al edificio sostenible, desde tres aspectos principales: medioambiental, social y económico, permitiendo así calificar la sostenibilidad de los edificios de una forma objetiva y racional. (Ribero, Garzón, Alvarado, & Gasch citaron a Kriss, 2014)

Aunque en Colombia la construcción sostenible ya empieza a ser parte importante para las empresas vinculadas al sector, las cifras de la implementación de sistemas como LEED no son alentadoras. Según reportes del DANE (2013), entre los años 2009 y 2013 se aprobaron aproximadamente 49.109 millones de m² de construcción y en contraposición tan solo 118 proyectos fueron registrados en el directorio LEED durante este mismo periodo.

La situación expuesta anteriormente conlleva a una necesidad evidente de incentivar en Colombia la aplicación de sistemas de calificación sostenible que reflejen, no solo el crecimiento en términos

económicos del país, sino que además tengan un aporte sobresaliente en el cuidado medioambiental.

Según Michel Nicole el concepto de desarrollo sostenible no es nuevo ni reciente; la más elocuente definición de lo que representa la sostenibilidad se publicó en 1987 en el Informe Brundtland de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas: Satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones para atender a sus propias necesidades. A partir de esta definición surge la necesidad de considerar, en conjunto y de modo interrelacionado, a las tres ramas del desarrollo sostenible: el medio ambiente, la economía y la política social. La sostenibilidad surge del encuentro de estas tres nociones, y la arquitectura no es ajena a estas tres áreas. Los modelos de decisión que suelen considerar calidad, costo y tiempo incorporan como nuevos ejes la seguridad (y la salud), el medioambiente y la responsabilidad social.

De acuerdo con datos de las Naciones Unidas, las ciudades consumen un 67 % de la energía mundial y generan al menos 70 % de los gases de efecto invernadero o GEI. Aquellos gases, provenientes de la mayoría de las plantas de generación eléctrica, incluyen dióxido de carbono, dióxido de sulfuro, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y mercurio. La contaminación del aire en áreas urbanas generada mayormente por vehículos automotores, actividad industrial, generación eléctrica y consumo de combustibles fósiles en hogares provoca enfermedades, principalmente cardiovasculares y respiratorias, que pueden alcanzar altos grados de gravedad.

La expansión urbana es además una de las principales causas de la extinción de flora y fauna incluyendo la marina, que se ve afectada por los cambios en calidad y temperatura del agua, desplaza hábitats para especies animales y genera una pérdida de biomasa con consecuencias graves y directas sobre el medioambiente. Las ciudades son, a su vez, islas de calor, ya que reflejan entre un 15 y un 30 % menos de radiación solar a la atmósfera en comparación con zonas rurales, con diferencias de temperatura entre áreas urbanas y rurales de entre 5 y 10° C y mayor ocurrencia de tormentas y granizo en sectores densamente poblados. Las mayores temperaturas también generan un incremento en el consumo energético en centros urbanos.

Uno de cada cuatro residentes urbanos no tiene acceso a infraestructura sanitaria mejorada, de acuerdo con datos de Naciones Unidas. En América Latina, según información provista por CGLU (Ciudades y Gobiernos Locales Unidos), al menos un 30 % de la población urbana vive en

condiciones informales en asentamientos marginales. Lógicamente, la calidad de vida de los ciudadanos depende no solo de factores sociales y económicos, sino también de las condiciones ambientales y físico-espaciales en las que habitan. El rápido crecimiento de los centros urbanos que se espera en los próximos años podría traer aparejados desafíos sociales y ambientales, que incluyen contaminación, degradación de ecosistemas, variaciones en las condiciones climáticas urbanas, pobreza, inequidad social.

Cómo ha crecido la construcción en Colombia en los últimos años:

La acelerada expansión urbana y, en particular, el crecimiento del sector de la construcción impactan directamente en la calidad de vida de los ciudadanos. La industria de la construcción representa aproximadamente un 40 % del consumo energético global, un 12 % del consumo de aguas frescas y un 40 % de la generación de residuos. (Michel, 2016)

De acuerdo con un análisis de edificios de la Administración General de Servicios de los Estados Unidos, los edificios verdes representan un 25 % de ahorro en el consumo energético, un 11 % de ahorro en el consumo de agua, un 34 % de reducción en la emisión de gases de efecto invernadero y un 19 % de ahorro en costos de mantenimiento. (Michel cito a USGBC, 2015)

Resulta entonces primordial buscar, dentro de un contexto urbano, oportunidades de promoción de construcciones sostenibles, que tendrían un impacto positivo no solo sobre los usuarios de cada edificio y su entorno inmediato, sino, en su conjunto, sobre el espacio urbano y la vida de todos los ciudadanos.

Acosta Domingo y Cilento Alfredo dicen que en el nuevo siglo que apenas comienza, los problemas ambientales y la calidad de vida en nuestras ciudades continúan deteriorándose severamente. En sociedades como las nuestras, es necesario pensar primero en resolver los urgentes y apremiantes problemas de hoy, lo que es indudablemente la prioridad. Pero buena parte de nuestros problemas actuales: la pobreza, el decaimiento de las ciudades, los barrios pobres urbanos, son resultado de decisiones, acciones, y en buena parte omisiones, emprendidas generaciones atrás para intentar resolver los problemas de aquel momento sin pensar demasiado en un mañana que ahora es nuestro.

Las modificaciones al medio ambiente natural deberían ser obligatoriamente gestionadas a partir de una estrategia de sostenibilidad; lo que significa que el desarrollo del medio ambiente

construido, y sus modificaciones, sean planteados en términos de su pertinencia y viabilidad social, económica y ambiental. Y debe ser así, a fin de garantizar que las construcciones que se realicen hoy perduren para las generaciones futuras, de manera de compensar los daños irreversibles que puedan provocar las modificaciones al medio natural, no sólo por las nuevas construcciones, la urbanización precaria y por las actividades extractivas y la tala, sino por la contaminación ambiental con residuos, desechos, escombros y emanaciones, generadas por tales actividades. Innovaciones tecnológicas y sociales juegan un papel primordial en el logro de la construcción de un hábitat sostenible, y en la búsqueda de respuestas a algunas de las siguientes interrogantes:

¿Cómo enfocar de una manera sostenible o sustentable nuestro desarrollo urbano? ¿Habría que introducir cambios radicales en los enfoques de las variables del proyecto de urbanismo y de las edificaciones? ¿Cuáles son las bases ecológicas y éticas del diseño en la arquitectura y la ingeniería? ¿De qué manera se debería reorientar la docencia y la práctica profesional para el logro de un hábitat sostenible? ¿Cómo garantizar que las innovaciones en materiales y tecnologías tengan viabilidad social, económica, ambiental y ética?

Las respuestas varían de una región o país a otro, puesto que las diferencias en términos de desarrollo económico y calidad de vida son muy diferentes. Sin embargo, en esencia se trata de lograr que las modificaciones al medio ambiente natural se realicen dentro de un concepto amplio de optimización en el uso de los recursos y de ecoeficiencia, que garantice al mismo tiempo calidad, economía y durabilidad. (Acosta & Cilento, 2007, pág. 4)

Los autores presentan algunas respuestas que se consideran pertinentes para los países subdesarrollados (en vías de desarrollo o de lento crecimiento), en lo que se pudiera definir como unas estrategias y una agenda para el logro de edificaciones sostenibles.

Huelsz Guadalupe y Sierra José dicen que La sustentabilidad de la edificación comienza por la elección del sitio. Construir en un área crítica para la provisión de servicios ecosistémicos y para la conservación de la biodiversidad, no puede considerarse sustentable. El término servicios ecosistémicos se refiere a los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. “Estos beneficios contemplan servicios de suministro, como los alimentos y el agua; servicios de regulación, como la regulación de las inundaciones, las sequías, la degradación del suelo y las enfermedades; servicios de base, como la formación del suelo y los ciclos de los nutrientes; y

servicios culturales, como los beneficios recreacionales, espirituales, religiosos y otros beneficios intangibles”.

Aunque no siempre sea sencillo determinar los impactos negativos, en este contexto construir sobre un manantial del cual depende un pueblo para obtener agua potable, o edificar en un sitio de anidación de una especie en peligro de extinción, por poner unos ejemplos, no puede ser considerado como sustentable. Así mismo, la construcción en zonas de riesgo por inundación o deslave aumenta la posibilidad de que la edificación sea destruida, o en su defecto, implica un mayor costo de materiales y energía necesarios para mitigar estos riesgos.

Una vez escogido el sitio, existen criterios de sustentabilidad para todo el ciclo de vida de la edificación incluyendo: construcción, operación y eventual demolición. Estos criterios incluyen no solo el uso eficiente de los recursos, las características de los materiales de construcción, sino también un adecuado manejo y disposición de los residuos. Para hacer un uso más eficiente del suelo, se propone la construcción de edificaciones verticales dejando áreas con vegetación del lugar y no, como sucede con frecuencia, en edificaciones de uno o dos niveles con muy pocas áreas verdes o en su defecto, que eliminan la vegetación nativa para luego crear jardines de plantas exóticas que demandan mayores recursos y mantenimiento. (Huelsz & Sierra, 2013)

Una edificación será más sustentable si forma parte de una comunidad con infraestructura desarrollada con criterios de sustentabilidad para transporte; servicios de gas, energía eléctrica y agua potable; manejo de agua de lluvia, aguas residuales y residuos sólidos. Una edificación es más sustentable si capta de la lluvia toda el agua necesaria para su funcionamiento, la trata y reutiliza. En lo que se refiere a los materiales de construcción se requiere que sean no tóxicos y de preferencia reutilizables o reciclables. Además, deben seleccionarse aquellos con menor impacto ambiental en su fabricación, en la construcción, vida útil y demolición de la edificación, dando preferencia a materiales fabricados en lugares cercanos.

Estudio de viabilidad:

El estudio de viabilidad de un proyecto es un elemento inherente a todos ellos. No importa si se trata de una iniciativa de software, un proyecto educativo o uno de construcción. Analizar la viabilidad de un proyecto es más importante que planificar y para poder

concluirlo resulta imprescindible llevar a cabo una investigación completa, que conduzca al conocimiento de si realmente el proyecto aportará los beneficios que se esperan de él. No es una simple formalidad burocrática, sino que es una herramienta necesaria para la toma de decisiones estratégica. (Barcelona, 2016)

Para llevar a cabo el estudio de viabilidad de un proyecto se precisa recopilar información suficiente para:

- Identificar las limitaciones, restricciones y supuestos.
- Detectar las oportunidades.
- Analizar el modo actual de funcionamiento de la organización.
- Definir los requisitos que configuran el proyecto.
- Evaluar las distintas alternativas.
- Llegar a un acuerdo sobre la línea de acción

Para que el estudio de viabilidad de un proyecto sea efectivo, debe contar, al menos, con las seis siguientes partes:

1. Alcance del proyecto
2. Análisis de situación
3. Definición de requisitos
4. Determinación del enfoque
5. Evaluación de la viabilidad del proyecto
6. Revisión del estudio de viabilidad de un proyecto

Razones para llevar acabo el estudio de viabilidad de un proyecto:

Además del enfoque de sentido común que el estudio de viabilidad de un proyecto aporta a la planificación del mismo, existen muchas otras razones que impulsan a las empresas a comprometerse con su elaboración. La realización de un estudio de este tipo es una buena práctica empresarial y su aplicación puede observarse en todos los negocios de éxito. Las organizaciones que menores cotas de fracaso de proyecto presentan tienen en común el haber dedicado el tiempo y los recursos necesarios a examinar a fondo todas las cuestiones y evaluar su probabilidad de éxito antes de iniciar el siguiente proyecto. Además de minimizar el riesgo (Barcelona, 2016), el estudio de viabilidad les ayuda a:

- Centrarse en el proyecto en sí y obtener una perspectiva más completa de las distintas alternativas.
- Descubrir nuevas alternativas de negocio o formas de optimizar resultados.
- Identificar oportunidades de innovar, a través del proceso de investigación.
- Detectar los signos que advierten de que es mejor no continuar y las razones que justifican esta cautela.
- Aumentar la probabilidad de éxito al descubrir los distintos factores que, desde el principio, podría afectar al proyecto y perjudicar a sus resultados.
- Contar con información de calidad para llevar a cabo una toma de decisiones basada en datos objetivos y fiables.
- Disponer de documentación completa, fruto de la investigación a fondo que la empresa ha llevado a cabo en diferentes áreas.
- Asegurar la financiación de las instituciones de crédito y otras fuentes monetarias.
- También contribuye a atraer inversión de capital, uno de los beneficios más aplaudidos del estudio de viabilidad de un proyecto.

Marco conceptual

A continuación, se explican algunos los conceptos básicos a tener en cuenta y entender para una mejor comprensión de este documento.

Construcción sostenible:

La construcción sostenible (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2012) se refiere a las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), las cuales aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector de la construcción en el cambio climático por sus emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad.

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

- Gestión del ciclo de vida, tanto de las edificaciones como de los materiales y componentes utilizados.
- Mayor calidad de la relación de la edificación con el entorno y el desarrollo urbano.
- Conservación, ahorro y reutilización del agua.
- Utilización de recursos reciclables y renovables en la construcción y en la operación, y prevención de residuos y emisiones.
- Selección de insumos y materiales derivados de procesos de extracción y producción limpia.
- Mayor eficiencia en las técnicas de construcción.
- Cambio de hábitos de personas y comunidades en el uso de las edificaciones para reducir su impacto en la fase operacional e incrementar su vida útil.

Residuos de construcción y demolición (RCD):

Los RCD están íntimamente ligada a la actividad del sector de la construcción, como consecuencia de la demolición de edificaciones e infraestructuras que han quedado obsoletas, así como de la construcción de otras nuevas. Se consideran residuos de construcción y demolición aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran dentro de los comúnmente conocidos como

Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales, fundamentalmente), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por: tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, ladrillos, cristal, plásticos, yesos, ferrallas, maderas y, en general, todos los desechos que se producen por el movimiento de tierras y construcción de edificaciones nuevas y obras de infraestructura, así como los generados por la demolición o reparación de edificaciones antiguas.

El auge experimentado en este sector, ha implicado la generación de importantes cantidades de RCD, los cuáles, debido a la falta de planificación para una adecuada gestión final de los mismos, se han ido depositando en vertederos, en muchas ocasiones, de forma incontrolada.

Ante tal perspectiva, en nuestro país se están planteando medidas legales y económicas tendentes a la reutilización, reciclaje y correcta eliminación de RCD peligrosos, sin embargo, aún resultan insuficientes, tanto que con respecto a otros países europeos, ocupamos las últimas posiciones en materia de reciclaje y reutilización.

Figura 1. Ciclo óptimo de residuos de construcción y demolición



Fuente: Construdata. (2012).

Ventaja de la construcción sostenible:

La implementación de sistemas para la construcción de edificaciones sostenibles genera un aporte importante al medio ambiente y a la calidad de vida de las personas que habitan estas construcciones. El reto como sector y país es que no sean solo los edificios, sino también las grandes obras de infraestructura, la construcción civil y los proyectos de VIS (Vivienda De Interés

Social), los que incorporen, en sus diseños, construcción y operación, conceptos ambientales y sociales. Algunas ventajas que se pueden encontrar al utilizar la construcción sostenible son:

- **Análisis de ciclos de vida:** Cuidar el medio ambiente implica reducir el uso de recursos naturales, para esto es necesario analizar los ciclos de vida de los recursos y materiales para que en vez de que sean una cadena con principio y fin, la cual nos obliga a la utilización de nuevos recursos, se promueva el reúso y reciclaje de recursos y materiales, incrementando así su vida útil. (Eco-inteligente, 2015)
- **Materiales ambientalmente preferibles:** La elección de los materiales de construcción como la implementación del RCD tiene un gran impacto en el medio ambiente, además, de saber elegirlos, pueden contribuir a la reducción de costos e incremento del bienestar de los ocupantes. Se procura el uso de materiales regionales, con contenido reciclado, rápidamente renovables, entre otras características. (Arenas, 2012)
- **Reducción de los residuos:** Tanto en la etapa de construcción, como en la vida útil del edificio, se cuida el impacto que este tiene al medio ambiente. Se disminuyen los volúmenes de material desechado, enviándolo a lugares donde será reciclado o reutilizado. (Eco-inteligente, 2015)

Marco legal

Artículo 3 de la Ley 22/2011, de 28 de julio: residuos y suelos contaminados Que su poseedor lo deseché o tenga la intención u obligación de desechar tiene que llevarlo a un lugar especial o trasladarlo a una planta de reciclado donde se hace el respectivo trabajo para convertirlo en un material el cual se puede volver a utilizar.

Decreto 1285 del 2015: se implementó para el uso de construcciones sostenibles en Colombia, con una serie de parámetros que tiene que cumplir para poder ser considerado como una construcción de este estilo, además se brinda una serie de beneficios e incentivos a las empresas que implementen este sistema para tratar de combatir el daño que se está causando al medio ambiente por la extracción de materias primas y la mala utilización de los residuos que quedan de la construcción. Con objeto de facilitar a las Entidades Locales el establecimiento de las correspondientes ordenanzas.

Decreto 20/2011, de 25 de febrero: Establece las siguientes categorías de RCD:

Categoría I: Residuos de construcción y demolición, que contienen sustancias peligrosas según se describen en la Lista Europea de Residuos aprobada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y cuya producción se realice en una obra de construcción y/o demolición.

Categoría II: Residuos de construcción y demolición sucio, es aquel no seleccionado en origen y que no permite, a priori, una buena valorización al presentarse en forma de mezcla heterogénea de residuos.

Categoría III: Residuos inertes de construcción y demolición limpio, es aquel seleccionado en origen y entregado de forma separada, facilitando su valorización, y correspondiente a alguno de los siguientes grupos:

1. Hormigones, morteros, piedras y áridos naturales mezclados.
2. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos.

Categoría IV: Los residuos comprendidos en esta categoría, serán residuos inertes, adecuados para su uso en obras de restauración, acondicionamiento y relleno o con fines de construcción.

Ley 1259 de 2008: Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.

Resolución SDA No. 1115 de 2012: Por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico-ambiental para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el distrito capital.

Resolución 0472 del 28 de Febrero 2017:

El Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en ejercicio de sus facultades legales y, en desarrollo de lo dispuesto en los artículos 34, 35 y 38 del Decreto-ley 2811 de 1974 y los numerales 2, 10, 11 y 14 del artículo 5º de la Ley 99 de 1993, y considerando:

Que los artículos 79 y 80 de la Constitución Política, establecen que es deber del Estado proteger, prevenir, controlar y planificar la diversidad, integridad y aprovechamiento de los recursos naturales, con el fin de conservarlos, para garantizar no solo el desarrollo sostenible, sino el derecho que todas las personas tienen a gozar de un ambiente sano;

Que entre las afectaciones ambientales generadas por la inadecuada gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) (anteriormente denominados escombros), se encuentran la contaminación al aire, al agua y al suelo;

Que se ha incrementado la generación de RCD, conforme al diagnóstico integral del modelo actual de la gestión de residuos en Colombia, en el año 2011 se produjeron en las ciudades de Bogotá, Medellín, Santiago de Cali, Manizales, Cartagena, Pereira, Ibagué, Pasto, Barranquilla, Neiva, Valledupar y San Andrés 22.270.338 toneladas de RCD;

Que se requiere adoptar disposiciones dirigidas al fortalecimiento de la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD);

Metodología

Para la elaboración de la monografía se realizaron un total de 50 encuestas, estas contaban con 10 preguntas relacionadas a indagar a los ciudadanos que constantemente transcurrían por la calle 26, si conocían sobre construcciones sostenibles, los beneficios que traen para su salud y los beneficios que trae también la implementación de este sistema en el medio ambiente de la ciudad, de igual forma se les preguntó si estarían dispuestos a adquirir una vivienda con este sistema sin importar que el precio se incrementara en alrededor unos 5%.

Estas fueron aplicadas sobre la calle 26, donde se encuentran la mayoría de construcciones que han adoptado por utilizar el sistema de ingeniería sostenible para la fase de construcción de sus estructuras. Se pudo observar que las grandes empresas de Colombia y las que han llegado están comprometidas con tratar de ayudar a mitigar el daño que se está causando a nuestro medio ambiente y especialmente a el ecosistema con la explotación de sus materias primas o simplemente que se están implementando ciertas normas que se han vuelto obligación cumplirlas en algunas construcciones de la ciudad.

Se realizaron los análisis pertinentes obtenidos de los datos, para llegar a una serie de conclusiones sobre la implementación de la ingeniería sostenible en la ciudad de Bogotá, estas se encontraran más adelante en la parte de los análisis y conclusiones respectivamente.

Capítulo 1: ¿Qué sistema de construcción facilita que se implemente el sistema de ingeniería sostenible?

El sector de la construcción ha crecido de forma constante en la última década, y con él, la producción de residuos de construcción y demolición (RCD). Para dar una idea de la importancia de la generación de estos residuos, cabe mencionar que la estimación aportada por la Secretaria Distrital de Planeación y Ambiente de Bogotá, de 2 toneladas per cápita, representa una magnitud de producción alarmante al ser comparada con el promedio europeo antes de la crisis del 2010, solo países como Dinamarca, Finlandia, Alemania, Irlanda y Luxemburgo, presentaron cantidades superiores a 2 ton/año per cápita. Más desalentador resulta el panorama si revisamos las cifras de reutilización de estos mismos países, los cuales superan el 50 % de reutilización de RCD. (CASTAÑO, RODRÍGUEZ, LASSO, CABRERA, & OCAMPO, 2013, pág. 123)

De este gran volumen de RCD que se producen en Bogotá, los mayores productores son el IDU y las construcciones privadas, y en muchos casos, van a parar a sitios no autorizados, alterando el paisaje, contaminando suelos y acuíferos. Esto también representa una pérdida de recursos potenciales, pues el hecho de que se desechen como residuos ciertos elementos provenientes de las obras, que poseen aún capacidad de ser valorizados, además de que obliga a consumir recursos naturales, acentúa más el efecto negativo de la actividad constructora en Bogotá.

Para nuevos materiales, dada la gran oferta de materias primas en la ciudad, no obstante, alrededor del mundo, múltiples investigaciones han mostrado que estos, pueden sustituir de forma satisfactoria los agregados naturales, como una manera de transformar la industria de la construcción en una actividad sostenible. De hecho, se ha propiciado la aparición de normas legales que regulen la producción y gestión de RCD en Colombia en los últimos años, incluso desde la fase de redacción de proyecto, con lo que se pretende garantizar la mejora la situación ambiental en la ciudad. La finalidad específica de esas normas implica: la reducción de la producción de residuos, la reutilización de aquellos residuos o elementos que así lo permitan, el reciclado de los residuos que no puedan reutilizarse, la valorización energética de los residuos que no puedan reciclarse y el depósito adecuado en vertedero de

todo lo que no pueda valorizarse. (CASTAÑO, RODRÍGUEZ, LASSO, CABRERA, & OCAMPO, 2013)

Los Sistemas Constructivos Sostenibles contribuyen al confort y la calidad del hábitat. Es de suma importancia elegir los materiales que impliquen un mejor comportamiento hacia el medio ambiente, por su bajo consumo energético, por su escaso nivel contaminante o por su mejor comportamiento como residuo. Podemos enunciar algunos puntos a seguir en el proceso de diseño y construcción de una obra, que posibiliten disminuir costos ambientales y de energía.

Primeramente, se sugiere la industrialización y estandarización de los procesos y elementos constructivos, porque optiman los gastos de producción, mejoran la calidad de los productos y podrían hacer posible su reciclaje al final de la vida útil del edificio del que provienen.

En segundo término, deben priorizarse los sistemas de montaje en seco, ya que hace más fácil el desmontaje de componentes y su inmediata incorporación en otras construcciones. También las tareas de acoplamiento de las diferentes partes provocan menor cantidad de residuos y menos costo global que los sistemas de unión de tipo húmedo. Pero será necesario prestar atención a la homogeneización de los materiales constituyentes, para después poder darles valor como residuo. La vida útil y la durabilidad podrían ser criterios para la decisión por uno u otro sistema. (Rodríguez F. , Sistemas Constructivos Sostenibles, 2011, pág. 1)

Para bajar costos, deberíamos emplear elementos de fácil manejo y transportabilidad, y en los que el mantenimiento no necesite de operaciones de importancia, ya sea por su accesibilidad, lo que habilitará controles periódicos y la previsión de reparaciones y desgastes de valor, ya sea por su buena calidad, lo que influirá en su duración.

En consecuencia, disminuirá la producción de residuos de construcción y demolición, factor categórico en cualquier etapa de obra, con la exigencia de tramitar apropiadamente los residuos producidos.

La utilización flexible de los espacios para que puedan acoger ocupaciones distintas a lo largo de la vida útil de un inmueble, debe ser confirmada por las técnicas y sistemas constructivos

empleados, y colaborar en la posibilidad de cambios en dichos espacios, sin modificar considerablemente los esquemas estructurales de origen.

Las instalaciones deben ser de fácil acceso y registrables, para permitir las tareas de conservación, reparación y desmontaje selectivo, y hacer posible la recuperación de mecanismos, líneas, aparatos, conductos, para su posterior reempleo.

Si los sistemas constructivos basados en los materiales tradicionales -como la piedra, la madera o la tierra- y la utilización de la inercia térmica o las fuentes de energía renovables como proveedores de energía, eran ejemplos de uso de materiales en ciclo cerrado y de integración en los sistemas biosféricos locales, en la actualidad ni las técnicas de construcción ni los instrumentos para asegurar la habitabilidad en los edificios cumplen ya esas condiciones.

Por una parte, los materiales de construcción han abandonado su tradicional origen local para provenir de lugares cada vez más lejanos, y para ser producidos por procesos de transformación más ligados a la industria y alejados de la obra. La industria no sólo se ha convertido en el suministrador de los materiales de la edificación, sino que, en una evolución paralela, las calidades que definen las prestaciones de los sistemas constructivos de los edificios, se han ido desplazando también desde la organización de los materiales adquirida en los procesos de obra hacia las propiedades físicas de los materiales adquiridas en los procesos industriales de conformación. (Rodríguez F. , Edificación Sostenible, 2011, pág. 2)

De ese modo, el control de la calidad técnica de los sistemas constructivos se ha desplazado de la obra hacia la industria, asumiéndose con ello los inconvenientes ambientales que el sistema técnico industrial ha producido y, debido a la enorme cantidad de materiales implicados en la edificación, erigiéndose en una de las actividades de mayor impacto.

Por otra parte, la habitabilidad que proporciona la edificación –y que es su principal utilidad- cada vez depende menos de estrategias de relación con el entorno inmediato para pasar a ser suministrada por sistemas mecánicos alimentados por energía comercial. Con ello, la edificación requiere un flujo continuado de recursos energéticos para proporcionar confort térmico, ventilación, movilidad, iluminación y otros tipos de servicios habitualmente asociados a la

habitabilidad. Ello ha generado tipologías de espacios nuevos –rascacielos o espacios habitables enterrados o ciegos respecto al exterior- así como la posibilidad de albergar densidades elevadas de público en volúmenes reducidos, pero a costa de una dependencia de unos recursos energéticos con un fuerte impacto ambiental asociado a causa –principalmente- de las emisiones que su uso genera.

Sistema RCD:

El sector de la construcción en Bogotá ha crecido de forma constante en los últimos años, concentrando entre 20 a 30 % del PIB de la construcción colombiana y con esto se ha venido incrementado la producción de residuos generados. Lo que resulta grave, es la problemática generada por los escasos de materia prima cerca al núcleo urbano y el agotamiento de los sitios de vertido autorizados. El reciclaje de residuos de construcción y demolición (RCD) como agregados es una práctica, relativamente difundida en los países desarrollados, para prevenir la contaminación ambiental y disminuir el impacto de la extracción de agregados vírgenes. En Colombia, es un objetivo novedoso que se han venido trazando las entidades públicas encargadas de gestionar la construcción y el medio ambiente. (CASTAÑO, RODRÍGUEZ, LASSO, CABRERA, & OCAMPO, Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá, 2013, pág. 122)

Los residuos de construcción y demolición (RCD) son materiales de desecho, generados en las actividades de construcción, demolición y reforma, de edificaciones, obra civil y espacio público. Estos son considerados inertes -no peligrosos- y poseen alta susceptibilidad de ser aprovechados mediante transformación y reincorporación como materia prima de agregados en la fabricación de nuevos productos. Actualmente, se producen en Bogotá, cerca de 15 millones de ton/año de RCD, algo como 2000 kg.hab/año, una cifra alarmante, situándonos incluso por encima de grandes urbes en el mundo y convirtiéndose en uno de los principales problemas que impactan el ambiente de la ciudad. De acuerdo a lo anterior, el Distrito ha encaminado esfuerzos y recursos con el ánimo de mejorar la gestión de RCD, incorporando normas y regulaciones, aunque con importantes carencias y limitaciones, las cuales, si no se resuelven en el corto plazo, el proceso encaminado a mejorar la sostenibilidad del sector se interrumpe y las medidas tomadas hasta el momento se vuelven ineficaces.

Funcionamiento de una planta de sistema RCD:

El esquema de funcionamiento básico de una planta de tratamiento es el siguiente: al ingresar los camiones volqueta, procedentes de las diferentes obras de la ciudad, se procede a una inspección visual de la mezcla, pesaje y determinación del tratamiento posterior del residuo.

Una vez el residuo es aceptado, pasa a la zona de descarga para la separación por medios manuales o mecánicos de los distintos componentes, para posteriormente introducirla a la línea de trituración y separación, compuesta por machacadora de mandíbulas, triaje manual, sistemas de cribado y zona de acopio final por fracciones granulométricas. Estos agregados pueden ser empleados en constitución de bases, subbases y mezclas hidráulicas.

Este tipo de plantas de transformación debe ser capaz de separar, y en su caso tratar, otros residuos como: madera, hierro, envases metálicos y plásticos, cartón, papel, mobiliario doméstico, vidrio, pinturas y aceites, para ser entregados a gestores autorizados. Finalmente, el residuo que no se puede valorizar o transformar, se debe llevar a un sitio de disposición final, preferiblemente en zonas de recomposición paisajística.

Figura 2. Esquema de una planta de tratamiento de RCD



Fuente: (Universidad javeriana, 2013)

Clasificación

La Unión Europea está orientando la política de gestión de los RCD hacia un reciclaje masivo de los mismos, por esta razón, un posible agrupamiento de los RCD podría realizarse en base a su composición, relacionándolos con asuntos tales como la separación selectiva, la recogida selectiva (demolición selectiva) y también la peligrosidad de parte de los mismos. En este sentido de los residuos de construcción y demolición podrían clasificarse en:

- RCD no inertes que justifican una separación y recogida selectiva.
- Existen materiales y productos cuya separación selectiva se justifica en función del valor económico que pueden presentar.
- RCD inertes que justifican una separación y recogida selectiva. La justificación principal para la separación selectiva de materiales inertes contenidos en la corriente destinada a machaqueo es económica. Los metales presentan un valor de reventa bien establecido y en algunas zonas y determinados momentos, materiales tales como ladrillos y tejas presentan una demanda considerable. Lo mismo puede decirse de los ladrillos refractarios que mayoritariamente son reciclables para la producción de nuevos refractarios.
- RCD peligrosos y potencialmente peligrosos

El carácter peligroso de los RCD, puede deberse a causas diferentes, como son: a)

- a) Que los materiales utilizados originalmente contuviesen proporciones altas de materiales que eran por sí peligrosos, como los fibrocementos, el plomo, los alquitranes y residuos de preservantes, adhesivos, colas y sellantes y ciertos plásticos.
- b) Algunos materiales se convierten en peligrosos como consecuencia directa del medio en el cual han estado durante muchos años. Un ejemplo sería el de una industria en la que se han producido reacciones de superficie entre el material original inerte de los edificios y agentes químicos procedentes de procesos internos o próximos, arrastrados por el aire o el agua, y que han convertido en peligrosos a parte de los materiales de fábrica de la industria.
- c) Algunas corrientes de RCD se convierten en peligrosas si materiales peligrosos se dejan en ellos y/o se mezclan con ellos. Este es el caso de envases de pinturas arrojados al acopio de ladrillos y hormigón, convirtiendo a todo el apilamiento en peligro.

- d) El tipo de edificación/estructura y la época en que fue construida son los factores que más influyen en la presencia de residuos peligrosos, tanto en cantidad como en su tipología. Una vez se han generado este tipo de RCD peligroso, la gestión a realizar sobre los mismos, debe ajustarse a lo indicado en la legislación vigente.

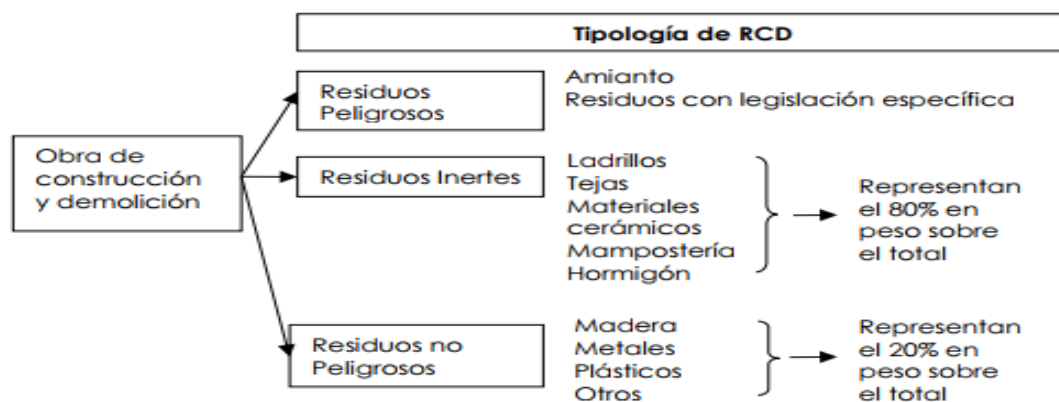
1.- Residuos de demolición: Son los originados en las operaciones de demolición y derribo de edificios e instalaciones.

2.- Residuos de construcción Proviene del proceso de ejecución de los trabajos de construcción propiamente dichos.

3.- Residuos de excavación: Son el resultado de los trabajos de excavación previos a la construcción. A su vez, los RCD también pueden clasificarse, en función de sus características de peligrosidad, en:

- Residuos inertes: Aquellos residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.
- Residuos especiales: Son aquellos potencialmente peligrosos para la salud y el medio ambiente, debido a su composición y propiedades, como se ha visto.
- Residuos banales: Aquellos que presentan una naturaleza similar a los residuos domésticos.

Figura 3. Composición de los residuos inertes y no peligrosos en obras de construcción



Fuente: (Comunidad de Madrid, 2006)

Capítulo 2: Como evaluar el impacto que causa la implementación del sistema de ingeniería sostenible en las construcciones de la ciudad de Bogotá

Cifras del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (Cccs), con base en datos del Consejo de Estados Unidos de Edificios Verdes (Usgbc, por sus siglas en inglés), señalan que Colombia ocupa la cuarta posición en Latinoamérica en cuanto a edificaciones ‘verdes’, con 175 proyectos registrados en el listado oficial de Leed, que suman 3,5 millones de metros cuadrados hasta el año 2016.

Esta certificación es concedida a edificaciones que cumplen con ciertos requisitos, como una localización sostenible, ahorro en consumo de agua, eficiencia energética, selección de materiales responsables con el medio ambiente, calidad ambiental en su interior e innovación y diseño, entre otros.

El sistema cuenta con diferentes rangos de acuerdo con puntajes obtenidos por las construcciones, calificadas con base en los anteriores criterios.

Así, los edificios son clasificados por categorías: Certificado (entre 40 y 49 puntos), Plata (de 50 a 59 puntos), Oro (60 a 79 puntos) y Platino (más de 80 puntos) (Tiempo, Los edificios sostenibles en tono verde, 2015). Todo esto trae consigo unos beneficios tangibles tanto para la organización como para sus públicos, ya sean empleados, consumidores, proveedores o socios estratégicos, de acuerdo con el Cccs:

- **Ahorros reales en consumos:** Gracias a la combinación de diferentes medidas, las edificaciones certificadas en Colombia han obtenido reducciones de hasta 90 por ciento en el uso de agua y de hasta 70 por ciento en energía.
- **Costos:** Los sobrecostos promedio de los proyectos certificados son de 4 por ciento, con un máximo de 9 por ciento.
- **Valorización:** 86 por ciento de los desarrolladores de este tipo de proyectos observa un incremento en la valorización de sus proyectos y asegura que la certificación es un diferenciador dentro del mercado.
- **Salud, confort y productividad:** 80 por ciento de los usuarios se siente más cómodo en una edificación sostenible, mientras que 78 por ciento ha podido observar un aumento en

la productividad (ventas, resultados académicos y disminución de ausencia por enfermedad, entre otros).

Volviendo al ranking, este es liderado por Brasil, con 942 proyectos Leed, seguido por México (534), Chile (290) y Colombia (175), en lo que se refiere a los primeros cuatro lugares relacionados con este tema.

El Consejo Colombiano de Construcción Sostenible explica también que nuestro país cuenta con 3,5 millones de metros cuadrados de construcciones Leed, 122 edificios registrados (es decir, que han comenzado el proceso para obtener la certificación) y 53 que tienen ese certificado y que, sumados, abarcan una superficie de 1'107.105 metros cuadrados (m²). (Tiempo, Los edificios sostenibles en tono verde, 2015)

Bogotá es el nicho de este tipo de construcciones y le siguen en importancia Medellín y Barranquilla. Sin embargo, las construcciones que buscan una certificación en sostenibilidad se encuentran en más de 20 ciudades y municipios, abarcando usos que van desde centros industriales hasta medianos locales comerciales, y desde colegios e instituciones públicas hasta proyectos de vivienda y recreación.

Según Gerardo Ardila, secretario Distrital de Planeación: existen 3 ejes importantes para que se pueda llevar una ingeniería sostenible o que se pueda comenzar aplicar desde construcciones muy pequeñas para eso se explica lo siguiente:

Primer eje: Políticas de la práctica sostenible

Ayuda acelerar la construcción, el diseño y elaboración de cartillas y guías técnicas que permitan a un constructor, a un maestro de obra en un barrio, o a una empresa que desarrolla proyectos grandes, generar técnicas constructivas apropiadas para llevar a cabo en la ciudad en temas como: la movilidad sostenible en donde se priorice la bicicleta y el peatón, el incremento de los parques y las zonas verdes, la generación de más permeabilidad del suelo, el control a los niveles de contaminación del aire y el ruido que afectan la salud de los habitantes y, por último, la construcción de edificaciones más eficientes y sanas en donde se ahorre el agua, la energía y se tengan espacios adecuados para el reciclaje”. (Tiempo, Ecourbanismo y Construcción Sostenible para Bogotá, 2014)

Segundo eje: Fortalecimiento institucional

La política plantea una serie de instrumentos normativos y de mecanismos que permitan la aplicación de criterios y prácticas de urbanismo y construcción sostenible en los proyectos urbanos y rurales.

Uno de los instrumentos emblemáticos de esta Política será el Código de Construcción, el cual va a ser actualizado en clave de sostenibilidad, de tal forma, que también sea una herramienta que le permita a la ciudad tener edificaciones más sanas y eficientes.

Las edificaciones podrán obtener un reconocimiento o certificado, y la Secretaría Distrital de Ambiente será la encargada de otorgar ese valor agregado.

El certificado permitirá que los proyectos tengan un reconocimiento en el mercado con respecto a aquellos que no lo tienen. Eso le va a facilitar a la gente comprar un apartamento o una oficina, sabiendo que el edificio cumple con estándares que le permiten economizar agua y energía, entre otros aspectos (Tiempo, 2014)

Tercer eje: Cultura ciudadana

Es decir con la capacidad de consumir menos, de tener buenos hábitos al manejar equipos, luces y agua, dentro de las edificaciones. Aunque son pocos y muy recientes, en Bogotá cada vez aparecen más edificios que le apuestan a una nueva relación con el ambiente urbano.

La tendencia de construcciones sostenibles, que buscan mitigar el impacto negativo de la edificación y el gasto de energía, toma fuerza y ya tiene algunos íconos que ha reconocido el mismo Distrito. Desde el 2012, la Secretaría de Ambiente viene haciendo un rastreo de esas edificaciones que brillan por tener propuestas de menor gasto energético y que mitigan las consecuencias del cambio climático. (cuadrado, 2017)

Por esta razón, la arquitectura verde es más familiar entre los inversionistas de finca raíz quienes, incluso, al evaluar los inmuebles están exigiendo que sean amigables con el medioambiente.

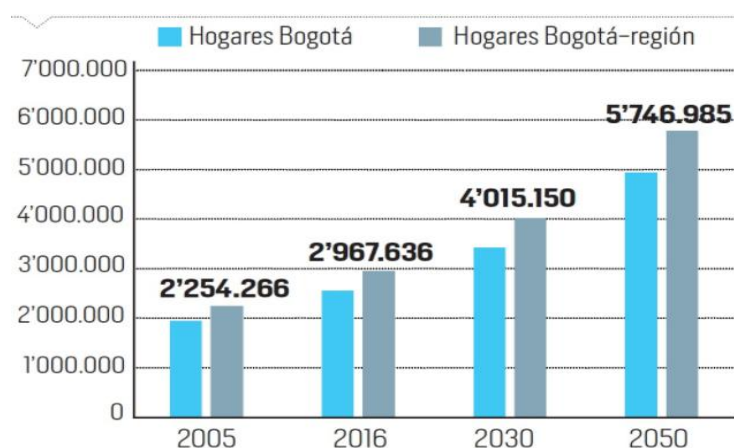
Esto ha obligado a los constructores a entrar en una cultura de desarrollo sostenible que, en algunos casos, se ha convertido en parte del ADN empresarial. Y en la misma línea están organizaciones y gobiernos.

Para estar a tono con el compromiso, el alcalde de Bogotá, Enrique Peñalosa, suscribió el plan de acción del Programa Acelerador de Eficiencia Energética en Edificaciones conocido como BEA, por medio del cual la Organización de Naciones Unidas (ONU) involucró a la ciudad como reconocimiento de su potencial en materia de eficiencia energética.

Y el potencial es grande, si se tiene en cuenta que, según la Secretaría Distrital de Planeación (SDP), la ciudad y la región tendrán 1,16 millones de viviendas adicionales en el 2030, mientras que en el 2050 la cantidad ascenderá a 2,89 millones (ver gráfico). El Alcalde Mayor destacó que todo se consolidó, “tras un amplio proceso de participación, el cual permitió concretar un plan de trabajo que involucró, en su formulación, al Gobierno y la sociedad civil, a los proveedores de servicios técnicos y financieros, a los dueños, administradores y ocupantes, y a las empresas de servicios públicos domiciliarios”. (cuadrado, 2017)

Peñalosa agregó que el proceso se armonizará con el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), actualmente en revisión, y con la política nacional vigente (Resolución 549 del 2015 que destaca la Guía para el ahorro en agua y energía en nuevas construcciones, impulsada por el Ministerio de Vivienda).

Figura 4. Bogotá, en línea con la construcción sostenible



Fuente: (Metro cuadrado, 2017)

Además de la decisión que impacta a Bogotá, vale resaltar cómo el mercado de construcción sostenible sigue sumando proyectos en todo el país: a la fecha, hay 339 edificaciones registradas que aportan al ahorro de energía, agua y otros recursos, y que están en la lista del certificado estadounidense de diseño y liderazgo medioambiental (LEED). De estas, 104 ya tienen ese reconocimiento, mientras que otras 235 están en proceso.

De esta forma, tras la meta de reducir la huella urbana de la construcción al 2030 –que está en concordancia con los compromisos suscritos en el Acuerdo de París y sus objetivos de desarrollo sostenible, Colombia sigue dando pasos que incluyen avances normativos.

De hecho, también está la Ley 1715 del 2014 sobre fuentes no convencionales de energía y el trabajo de varias ciudades en promover el desarrollo urbano sostenible, que representan una práctica meritoria del apoyo estatal. Incluso, otro hecho importante para la dinamización del mercado de la construcción sostenible está representado en la certificación Referencial CASA Colombia, con el cual el Grupo Bancolombia ofrece tasas de financiación preferenciales que benefician tanto al constructor como al comprador de este tipo de vivienda. (cuadrado, 2017)

Así las cosas, y al margen de las opiniones encontradas sobre las bondades de los diferentes certificados que hay en el mundo, y que ahora acoge Colombia, lo realmente importante es que hay una conciencia que sigue ganando terreno.

La construcción sostenible en Bogotá (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2012) se refiere a las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), las cuales aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector de la construcción en el cambio climático por sus emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad. Los proyectos sostenibles tienen como objetivo común la reducción de su impacto en el ambiente y un mayor bienestar de sus ocupantes. A continuación, algunos elementos clave para lograr edificaciones sostenibles:

1. Gestión del ciclo de vida, tanto de las edificaciones como de los materiales y componentes utilizados.
2. Mayor calidad de la relación de la edificación con el entorno y el desarrollo urbano.
3. Uso eficiente y racional de la energía.

4. Conservación, ahorro y reutilización del agua.
5. Utilización de recursos reciclables y renovables en la construcción y en la operación, y prevención de residuos y emisiones.
6. Selección de insumos y materiales derivados de procesos de extracción y producción limpia.
7. Mayor eficiencia en las técnicas de construcción.
8. Creación de un ambiente saludable y no toxico en los edificios.
9. Cambio de hábitos de personas y comunidades en el uso de las edificaciones para reducir su impacto en la fase operacional e incrementar su vida útil. (SUSUNAGA M. , 2014, pág. 16)

La implementación de sistemas para la construcción de edificaciones sostenibles genera un aporte importante al medio ambiente y a la calidad de vida de las personas que habitan estas construcciones. El reto como sector y país es que no sean solo los edificios, sino también las grandes obras de infraestructura, la construcción civil y los proyectos de VIS, los que incorporen, en sus diseños, construcción y operación, conceptos ambientales y sociales. Esta sería la expresión máxima de Responsabilidad Social Empresarial (RSE):

- De acuerdo con la información publicada por el Consejo de Construcción Sostenible de Colombia (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2011), la implementación de sistemas sostenibles genera contundentes beneficios al bajar en promedio, 30% de ahorro de energía, 35% de carbono, entre 30 y 50% de agua y entre 50% y 90% de costos de desechos, esto sin contar la mejora en la salud y la productividad de los quienes los habitan.
- Reduce los costos operativos: Los costos operativos de una edificación se derivan básicamente de la energía eléctrica, agua, y gas. Estos tres aspectos son significativamente reducidos mediante la aplicación de prácticas sustentables, no solo reduciendo el impacto ambiental, sino también el impacto a la economía de los ocupantes y operadores del edificio.
- Comodidad visual y comodidad térmica: Gente, economía y planeta; son los principales objetivos de la construcción sustentable. Debemos recordar que la sustentabilidad no se trata solamente de cuidar al planeta, y para lograr un bienestar en las personas se trabaja en la creación de entornos agradables, los cuales crean un ambiente positivo en la sociedad.

- Mejor calidad del aire: Las edificaciones sustentables cuidan el bienestar del ser humano al mejorar la calidad del aire interior mediante el control de aperturas al exterior del edificio, permitiendo la ventilación natural, restricciones para áreas de fumadores, empleo de materiales ecológicos, monitoreo de CO₂, entre otras prácticas.
- Análisis de ciclos de vida: Cuidar el medio ambiente implica reducir el uso de recursos naturales, para esto es necesario analizar los ciclos de vida de los recursos y materiales para que en vez de que sean una cadena con principio y fin, la cual nos obliga a la utilización de nuevos recursos, se promueva el reúso y reciclaje de recursos y materiales, incrementando así su vida útil. (SUSUNAGA J. , 2014, pág. 17)

La sostenibilidad se refiere a la capacidad de mantenerse por sí mismo y ha sido relacionada con el equilibrio que debe existir en cualquier proceso entre las partes que en él se ven involucradas, tratado generalmente desde los puntos de vista ecológico, económico y social. Esto sugiere una relación profunda entre los tres ámbitos, relación que ha determinado el desarrollo de la humanidad desde sus inicios.

Que aportaron las comunidades indígenas en los inicios de la ingeniería sostenible:

En el territorio donde, hoy, está Colombia, las comunidades indígenas desarrollaron técnicas de construcción basadas en los materiales del entorno. El uso de la tierra, la piedra y algunos materiales de origen orgánico aún son utilizados en gran parte del territorio nacional con fines constructivos. Técnicas como el bahareque y la tierra pisada son fruto de la mezcla entre técnicas de construcción europea e indígenas que, por su bajo consumo de energía asociado y su capacidad de implementar materiales del entorno inmediato, adquieren características de sostenibilidad.

Posteriormente, a finales del siglo XX, se inicia un proceso progresivo en torno a las problemáticas ambientales asociadas a los agentes contaminantes de la industrialización. Grandes eventos que convocaron a los diferentes sectores económicos en torno a la problemática ambiental, como la Conferencia sobre Cambios en la Atmósfera en Toronto en 1988, la creación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, la creación de la Secretaría de la Convención sobre el Cambio Climático, la aprobación del Protocolo de Kioto en 1997, entre otros, labraron el terreno para la creación de tratados, acuerdos y leyes internacionales en pro del ambiente y

de la sostenibilidad de los procesos productivos. (Agudelo, Hernández, & Cardona, Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia, 2012)

Actualmente, existen múltiples herramientas para la evaluación y certificación ambiental de proyectos de construcción, las cuales proporcionan un marco para evaluar el nivel de eficiencia del edificio, con base en parámetros de emplazamiento sostenible, eficiencia en el uso del agua, eficiencia en el consumo energético, materiales y recursos, calidad ambiental e innovación y diseño, tanto en la fase de diseño, como en las fases de construcción, puesta en marcha y utilización de la edificación. Entre los sistemas internacionales de certificación medioambiental más utilizados, está el LEED en Estados Unidos, el BREAM en el Reino Unido o el HQE en Francia, los cuales han traspasado las barreras nacionales y se han instaurado como modelos para la sostenibilidad en otras regiones. Igualmente, los sistemas de certificación ambiental que, en el mundo, son ampliamente implementados, han comenzado a adquirir demanda en Colombia.

Proyectos como la sede de la Agencia Nacional de Hidrocarburos, el Centro Empresarial y Deportivo Calle 53, Novartis New Building Bogotá, OXO 67 en Bogotá, el Edificio de Oficinas Alpina en Sopo, el colegio San José de Barranquilla, la dirección general de Bancolombia en Medellín o la futura sede del hospital Pablo Tobón Uribe en Rionegro, Antioquia, son proyectos que han buscado hacerse acreedores de la certificación LEED. En el ámbito local, es oportuno mencionar que actualmente se trabaja en la creación del Sello Ambiental Colombiano para las Edificaciones, proyecto liderado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actual Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio), en trabajo conjunto con el ICONTEC, gremios, universidades, expertos y empresas del sector privado. (Agudelo, Hernández, & Cardona, Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia, 2012)

Además de estos aspectos, comúnmente abordados al exponer el tema de la sostenibilidad, en referencia al sector de la construcción, es necesario entender que el ejercicio de la construcción causa impactos en los sistemas sociales dentro de los que se actúa. Es por tanto importante ocuparse de la dimensión social de la sostenibilidad, lo que supone nuevos procesos a la hora de concebir los proyectos, pues exige centrar la atención en los individuos que directamente van a hacer uso de las estructuras a construir. Esto demanda un acercamiento a la comunidad, con la finalidad de indagar y sustraer de ésta sus impresiones

en torno a los posibles proyectos a ejecutar y hacer un levantamiento de las necesidades reales de los futuros usuarios. En este ejercicio, se busca suscitar un diálogo equilibrado donde la sapiencia de los profesionales técnicos pueda nutrirse de la participación del público, y así explorar necesidades e ideas útiles para la concepción del proyecto arquitectónico. Para evitar las situaciones que se generan regularmente, de inmensa incomunicación, evidenciadas en que, frecuentemente, un mismo objeto arquitectónico es vivido simultáneamente como “una hazaña estética por sus autores y como una agresión a veces odiosa por quienes se ven obligados a convivir con él” (Muniesa, 2006).

Desde cuando se empezaron a ver los primeros pasos de la ingeniería sostenible:

Desde la creación de los primeros asentamientos humanos, el hombre comenzó a transformar su entorno con el fin de satisfacer sus necesidades básicas. Sin embargo, esta transformación se daba localmente, permitiendo el desarrollo de diferentes técnicas de construcción alrededor del mundo, basadas en los recursos y las características climáticas y topográficas de las regiones donde cada civilización se localizaba. En Babilonia y Asiria, por ejemplo, debido al suelo arcilloso que caracterizaba la región, era recurrente el uso de elementos de adobe y ladrillo cocido, materiales que además propiciaban un microclima confortable dentro de las construcciones. En Grecia, la escasez de la madera, generada por la deforestación de los bosques en pro de la calefacción de viviendas, llevó al desarrollo de diseños arquitectónicos que aprovecharan la energía del sol en el acondicionamiento térmico de las edificaciones, dando lugar a la arquitectura solar como respuesta a la crisis energética y de recursos.

En la Roma antigua, los modelos insostenibles de consumo llevaron al imperio a retomar y adaptar la arquitectura solar, y a desarrollar nuevos materiales como el vidrio. La escasez de recursos forestales también azotó a la Europa medieval, causando una gran escasez energética y de alimentos. Debido a esta tragedia ecológica, económica y social, los señoríos feudales establecieron restricciones de corte ambiental que aseguraran la seguridad de sus habitantes. Igualmente, en la Revolución Industrial en el siglo XIX, el dramático cambio del orden social y económico ocasionó el crecimiento desmedido y desorganizado de las ciudades, el rápido agotamiento de los recursos y los grandes brotes de enfermedades. Esto obligó a desarrollar planes de desarrollo y gestión urbana que aseguraran los mínimos de calidad ambiental.

Qué papel ha cumplido el distrito en la aplicación del sistema de construcción sostenible:

El distrito alrededor del año 2014, cuando llegó el auge de las construcciones sostenibles a nivel mundial, ya puso en marcha algunas normas para que las grandes empresas implementen sistemas amigables con el medio ambiente y opten formas de aprovechar algunos de los residuos que genera la construcción, es por esta razón que en el sistema RCD fue uno de los sistemas amigables con el medio ambiente que mayor fuerza tomó en la ciudad, ya que es uno de los residuos que más se genera en la capital y que aprovechando este sistema se logró aprovechar y reemplazar algunos de los materiales que se utilizaban normalmente que eran derivados de materias primas naturales.

Desde el 2014 hasta el 2016 se alcanzaron algunos logros cada año mejorando, para lograr alcanzar la meta propuesta que es tratar en algún momento los materiales que se utilizan para la construcción sean totalmente reciclados. A continuación se muestran los logros alcanzados entre 2014 al 2016

Logros al 31 de diciembre de 2014

En los meses de octubre a diciembre del año 2014 se ha controlado la disposición adecuada de 1.544.011 Toneladas de RCD en obras que causan impactos ambientales en la ciudad mediante el desarrollo de visitas técnicas en el área de influencia del distrito capital, Por lo tanto en el año 2014 se controló un total de 8.303.965 toneladas de estos residuos. Siendo Fontibón (960.120 toneladas), Usaquén (884.167 toneladas) Suba con (716.855 toneladas) y Chapinero (571.073 toneladas) las localidades con mayor generación de RCD en la ciudad. Logros descriptivos al 30 de junio de 2014 En el segundo trimestre del año 2014 se ha controlado la disposición adecuada de 2,409,666 Toneladas de RCD en obras mayores a 5000 m² que causan impactos ambientales en la ciudad mediante el desarrollo de visitas técnicas en el área de influencia del distrito capital, Siendo Usaquén (579,111 toneladas), Suba (399,081 toneladas) Chapinero con (366,122 toneladas) y Fontibón (307, 950 toneladas) las localidades con mayor generación de RCD en la ciudad. Logros Descriptivos al 31 de diciembre de 2013 En el año 2013 se gestionó el 15,51% de la meta de escombros generados (8,000,000 TON) que aplican técnicas de aprovechamiento y tratamiento equivalentes a 1,241,691 toneladas. Estos valores se obtienen con los seguimientos a megaproyectos y concientización a los generadores de RCD de la resolución 01115 del 2012. Este

indicador presenta un comportamiento de tipo creciente, lo que significa que se acumulan los valores de años anteriores. El indicador se reportará al final de la vigencia.

Logros al 31 de diciembre de 2015

Durante la vigencia de 2015 se controló la disposición adecuada de 8.326.626 Toneladas de RCD (Residuos de Construcción y Demolición) generados por obras mayores a 5.000 m² y mega obras urbanas que causan impactos ambientales en la ciudad, mediante el desarrollo de visitas técnicas por parte de profesionales adscritos a la SCASP, siendo Suba (1.423.000 toneladas), Usaquén (480.258 toneladas), Engativá (358.810 toneladas) y Fontibón (302.574 toneladas) las localidades con mayor control a la generación de RCD en la ciudad. Considerando que la meta es creciente se cuenta con un total acumulado en el cuatrenio del 90,98% de avance en la meta Plan de Desarrollo resultante de del control a la disposición adecuada de 29.113.532 Toneladas de escombros en los sitios autorizados para disposición final de escombros y en los frentes de obra mayores a 5000 m² en Bogotá, que generan impacto ambiental y que son objeto de control por parte de la Secretaría Distrital sobre los 32.000.000 de toneladas establecidas como magnitud total para el cuatrenio.

Logros al 31 de diciembre de 2016

Durante los meses de enero a mayo del año 2016 se controló la disposición adecuada de 2.950.876 Toneladas de RCD (Residuos de Construcción y Demolición) generados por obras mayores a 5.000 m² y mega obras urbanas que causan impactos ambientales en la ciudad, mediante el desarrollo de visitas técnicas por parte de profesionales adscritos a la SCASP. De igual forma se avanzó en las fases de planeación y contratación de personal que realizarán ésta actividad. Considerando que la meta es creciente y que a diciembre la meta quedo con un total acumulado en el cuatrenio del 90,98% de avance en la meta Plan de Desarrollo resultante de 29.113.532 de Toneladas de escombros en los sitios autorizados para disposición final de escombros sobre los 32.000.000 de toneladas establecidas. En ese sentido a Mayo de 2016 se alcanzó un total acumulado del 100,20% equivalente a 32.064.408 Toneladas de RCD (Residuos de Construcción y Demolición) dispuestas en los sitios autorizados. (OAB, 2016)

Indicadores ambientales:

La disposición inadecuada de residuos sólidos, en el Distrito Capital ha sido catalogada como una de las problemáticas ambientales que se debe controlar en la ciudad. Lo anterior ya que afecta gravemente los recursos naturales como aire, agua, suelo, flora, fauna, entre otros. Adicionalmente perturba la calidad de vida de los habitantes alterando su paisaje y entorno en el cual desarrollan sus actividades de vivienda, trabajo y/o esparcimiento, las acciones conducentes a la disminución de las afectaciones realizando acciones de evaluación, control y seguimiento sobre las actividades constructivas que generan RCD, el cual se focaliza en las mega obras urbanas y obras civiles con áreas mayores a 5.000 m². Es así, como se definen e implementan estrategias encaminadas a mitigar la problemática ambiental relacionada con la inadecuada gestión de RCD en Bogotá a través de la expedición y cumplimiento de nueva normatividad ambiental para fortalecer las acciones de control como también incentivar el aprovechamiento y/o tratamiento de los RCD; el desarrollo de herramientas tecnológicas que permitan georreferenciar las obras constructivas que se desarrollan en la ciudad y efectuar su seguimiento por autorregulación y reporte por parte de los grandes generadores de RCD públicos y privados.

Las actividades de evaluación, control y seguimiento a la gestión integral de RCD en Bogotá D. C., ha contribuido en la reducción de la presión de deterioro que ejerce el sector de la construcción sobre las áreas de alto valor ecológico de la Estructura Ecológica Principal –EEP- que concentra gran parte de la biodiversidad de Bogotá. Mejorar la gestión integral de RCD ha permitido avanzar en un proceso para la consolidación de una cultura de autorregulación en la cadena de gestión (transportadores, grandes generadores, sitios de disposición final y plantas de tratamiento y aprovechamiento) la cual tiende en un mediano y largo plazo a “escombros cero” en Bogotá, lo que conlleva a transformar el manejo de este tipo de residuos hacia una visión innovadora para su aprovechamiento incidiendo además en la disminución la presión antrópica sobre los recursos naturales utilizados como materiales para la construcción. (Martínez, 2010)

Capítulo 3: Como mejora la calidad de vida de los ciudadanos de Bogotá con la implementación de un sistema amigable con el medio ambiente

La Calidad de Vida lleva implícita la idea de sostenibilidad, superando el estrecho margen economicista del concepto de "Bienestar", sólo medible en crecimiento económico y en estándares dotacionales. Estamos dando un paso más allá que nos muestra tanto los límites de las aspiraciones humanas como el derecho a una calidad ambiental suficiente. La Calidad de Vida introduce los aspectos ambientales en intersección con las necesidades humanas. El Medio Ambiente Urbano es el campo de acción para una Calidad de Vida en la ciudad, implicando no sólo la aplicación de los principios de sostenibilidad ecológica:

- No poner en peligro la supervivencia de las siguientes generaciones.
- No consumir recursos sobre su tasa de renovación.
- No producir residuos sobre su tasa de absorción por el medio.

Sino que también la articulación de la sostenibilidad de una estructura social y económica, buscando la transición no traumática del sistema de intercambios de nuestras metrópolis contemplando la evolución y reconversión del sistema financiero, el sistema inmobiliario, el sistema de producción y consumo y el sistema de información, hacia un nuevo modelo sostenible en el sentido fuerte.

Solo mediante la inclusión de los conceptos de medio ambiente urbano y participación, se podrá realizar un nuevo pacto social capaz de sustituir al pacto del Estado de bienestar. Se garantizará así la necesaria reducción del consumo, gracias a la recuperación de la autonomía del ciudadano; que será solo posible en tanto y cuanto los ciudadanos habiten sobre espacios socialmente apropiados, complejos y articulados. El pacto por la Calidad de Vida y la sostenibilidad urbana que debería sustituir al pacto del Estado de bienestar, tendrá que basar la necesaria reducción del consumo en la recuperación de la autonomía del ciudadano; que solo se podrá mantener en tanto y cuanto los ciudadanos dispongan al máximo de su tiempo y de su espacio. La "sostenibilidad" no es en sí misma un valor si no incluye la mejora de las condiciones del espacio para la potenciación de las cualidades

humanas del individuo; supone crear una estructura social que dote al individuo de lo necesario para el desarrollo de las capacidades humanas. (Hernández, 2009, pág. 2)

Calidad de vida:

Nos enfrentamos a la necesidad de ampliar los estándares que determinaban la calidad de los espacios urbanos generados por el despliegue del modelo industrial, necesitamos ampliarlos al resto de las dimensiones que demanda el ciudadano. El crecimiento indefinido del consumo no puede solventar las carencias ambientales de nuestro entorno (ni tampoco la destrucción del medio ambiente global), ni la enajenación de un ciudadano que no participa de la construcción de su entorno. La calidad de vida urbana es la concreción de la Calidad de Vida sobre el espacio urbano, pudiendo considerarse como un constructo social formado de tres dimensiones básicas: (Hernández, 2009, pág. 3)

- **Calidad ambiental** Calidad ambiental
- Bienestar
- Identidad

La calidad de nuestro ambiente es básica en la satisfacción del ciudadano, no es posible sustituir la calidad ambiental del aire que respiramos o de la accesibilidad peatonal a los espacios de uso diario con ningún valor económico; antes o después las carencias se hartan explícitas y los efectos sobre nuestra salud o vida cotidiana irreversibles. La degradación de las condiciones de vida del entorno de las ciudades industriales fue uno de los primeros avisos de que los beneficios del crecimiento económico no eran suficientes para satisfacer las necesidades del ciudadano.

Cuando hablamos de calidad ambiental incluimos lo construido y la relación entre sus partes. Su evaluación deberá atender a distintas escalas, yendo desde la más próxima, la vivienda, hasta la forma en que la ciudad se relaciona con el territorio y percibe su huella ecológica; las escalas básicas para su análisis serán:

- El ámbito doméstico, la vivienda y el vecindario: calidad y accesibilidad.
- El barrio, como entorno próximo, representativo de lo local.
- La ciudad, como el espacio de máxima complejidad accesible.

- La huella ecológica, síntesis de la relación de lo urbano con el medio del que depende (próximo y global).

Los indicadores de esta área remitirán a la calidad ambiental de los espacios, los consumos de recursos naturales, suelo y energía, y la emisión y tratamiento de los residuos.

Bienestar

Entendemos como "bienestar" la satisfacción en la provisión de los bienes y servicios definidos como básicos y que deberían ser garantizados institucionalmente; de hecho, suelen estar recogidos en las constituciones y desarrollados en legislaciones específicas. En nuestro entorno sociocultural se entienden como imprescindibles: el empleo, la salud, la cultura y la vivienda; podemos determinar por tanto como áreas a cubrir con los indicadores correspondientes:

- La provisión y calidad del Empleo
- La provisión de dotaciones (Espacios libres, equipamientos, servicios, dotaciones complementarias)
- La accesibilidad a la vivienda
- La calidad de la estructura urbana (distribución, accesibilidad, etc....)
- La accesibilidad de los bienes económicos

El bienestar es una construcción social, su grado de satisfacción se mide por comparación a un nivel de referencia, que una vez superado es sustituido por otro más alto; su satisfacción es por tanto relativa, asociada a parámetros administrativos, que para su comparación con otras ciudades deberán de ser homogeneizados.

Identidad

Al referirnos a identidad, buscamos determinar el grado de intervención y apropiación de los individuos sobre su medio, la forma en que participan en la construcción social, en sentido amplio deberá incluir también la forma en que se ejercen los derechos políticos de los ciudadanos. Algunos de los campos de análisis serían:

- Apropiación a través del tiempo disponible

- Participación en la producción del entorno.
- Relaciones sociales y asociacionismo.
- Derechos políticos y ciudadanos.

Se trata de evaluar la participación social en la ciudad, la utilización del tiempo y el espacio por parte de los ciudadanos y la satisfacción de las necesidades subjetivas de estos.

- La Calidad de Vida no depende de la satisfacción de uno solo de los aspectos anteriores, sino de la satisfacción articulada de sus distintas dimensiones. Las tres perspectivas de la calidad urbana se pueden componer en parejas, por ejemplo: el equilibrio entre el Bienestar y la identidad cultural será representativo del Desarrollo Social. El equilibrio entre medio ambiente y bienestar nos desvelará la calidad de la Ecología urbana. Y así podremos componer las parejas de perspectivas que forman el calidoscopio de la calidad urbana. (Hernández, 2009)

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

Los proyectos sostenibles tienen como objetivo común la reducción de su impacto en el ambiente y un mayor bienestar de sus ocupantes. A continuación, algunos elementos clave para lograr edificaciones sostenibles: (Susunaga, 2014, pág. 17)

- Gestión del ciclo de vida, tanto de las edificaciones como de los materiales y componentes utilizados.
- Mayor calidad de la relación de la edificación con el entorno y el desarrollo urbano.
- Uso eficiente y racional de la energía.
- Conservación, ahorro y reutilización del agua.
- Utilización de recursos reciclables y renovables en la construcción y en la operación, y prevención de residuos y emisiones.
- Selección de insumos y materiales derivados de procesos de extracción y producción limpia.
- Mayor eficiencia en las técnicas de construcción.

- Creación de un ambiente saludable y no toxico en los edificios.
- Cambio de hábitos de personas y comunidades en el uso de las edificaciones para reducir su impacto en la fase operacional e incrementar su vida útil.

Ventajas de la Construcción sostenible:

Las implementaciones de sistemas para la construcción de edificaciones sostenibles generan un aporte importante al medio ambiente y a la calidad de vida de las personas que habitan estas construcciones. El reto como sector y país es que no sean solo los edificios, sino también las grandes obras de infraestructura, la construcción civil.

la implementación de sistemas sostenibles genera contundentes beneficios al bajar en promedio, 30% de ahorro de energía, 35% de carbono, entre 30 y 50% de agua y entre 50% y 90% de costos de desechos, esto sin contar la mejora en la salud y la productividad de los quienes los habitan mejorando su calidad de vida en un 80%. (Sostenible, Consejo Colombiano de Construcción, 2011)

Comodidad visual y comodidad térmica: Gente, economía y planeta; son los principales objetivos de la construcción sustentable. Debemos recordar que la sustentabilidad no se trata solamente de cuidar al planeta, y para lograr un bienestar en las personas se trabaja en la creación de entornos agradables, los cuales crean un ambiente positivo en la sociedad.

Mejor calidad del aire: Las edificaciones sustentables cuidan el bienestar del ser humano al mejorar la calidad del aire interior mediante el control de aperturas al exterior del edificio, permitiendo la ventilación natural, restricciones para áreas de fumadores, empleo de materiales ecológicos, monitoreo de CO₂, entre otras prácticas. (Susunaga, 2014, pág. 18)

¿Qué aspectos toma en cuenta la construcción sostenible para una buena calidad de vida?

Principalmente, se debe tomar como base la ecología. Al iniciar un proyecto de construcción sostenible se debe conservar y reutilizar los recursos, o mejor aún, usar recursos que sean reciclables y renovables para la construcción y buenos para la salud.

Además, se debe gestionar de forma correcta la materia prima que se piensa emplear y no desperdiciarla, y al mismo tiempo, evitar que se generen residuos y emisiones innecesarias o que se deba usar más energía de la que la construcción realmente requiere. También es importante que los materiales que se utilicen sean de muy buena calidad y larga durabilidad, para no deber cambiarlos al poco tiempo y tener que hacer de nuevo el proceso de construcción.

Mientras que una construcción normal consume aproximadamente entre un 20% y un 50% de los recursos naturales y contribuye a la contaminación del medio ambiente, la construcción sostenible casi no genera ningún tipo de impacto negativo a la ecología y colabora con el ahorro energético y combustibles.

La tecnología también es un gran aliado para la construcción sostenible. Gracias al uso de las herramientas de construcción más modernas y profesionales, como las hormigoneras, los polipastos y elevadores eléctricos, los generadores y otros tipos de herramientas de mantenimiento y corte, de esta forma se aprovechan mucho más los materiales y se generan menos desechos, ya que estas son sumamente eficaces, utilizan menos energía y no contaminan el medio ambiente, incluso de manera sónica, porque no producen casi ruido. (UMACON, 2016)

Este tipo de construcción es el futuro de la ingeniería. No sólo protege tu economía, sino el medio ambiente, tu comodidad, tu salud y tu calidad de vida.

La calidad en la edificación:

La calidad en la edificación es la clave para relanzar el mercado, mejorar las condiciones medioambientales y ahorrar recursos energéticos. Esta visión incluye tanto los materiales, como los sistemas o estrategias urbanas que inciden sobre la calidad. Entre las propuestas que contribuirán a mejorar la calidad en la edificación podemos mencionar las siguientes: (Castells, 2011).

- Limitar el riesgo económico que supone actualmente la compra de inmuebles y promocionar las inversiones en proyectos de construcción de alta calidad.
- Crear el etiquetado ecológico tanto para edificios como para productos de construcción y favorecer un mecanismo de mercado que promueva el cambio hacia esta realidad.

- Reducir los costes constructivos e introducir el concepto del menor coste posible en el mantenimiento del inmueble.
- Incrementar la estandarización de los diferentes componentes de la construcción y mejorar la diseminación de aquellas tecnologías y sistemas de interés general.
- Desarrollar sistemas apropiados de control de calidad adaptados a las necesidades de los constructores y diseñadores, y orientados a promocionar una garantía en los resultados energéticos del edificio.

Nos enfrentamos a la necesidad de ampliar los estándares que determinaban la calidad de los espacios urbanos generados por el despliegue del modelo industrial, necesitamos ampliarlos al resto de las dimensiones que demanda el ciudadano. El crecimiento indefinido del consumo no puede solventar las carencias ambientales de nuestro entorno (ni tampoco la destrucción del medio ambiente global), ni la enajenación de un ciudadano que no participa de la construcción de su entorno. La calidad de vida urbana es la concreción de la Calidad de Vida sobre el espacio urbano.

¿Por qué, pues, se contempla la urbanización actual como un problema planetario?

Desafortunadamente, el crecimiento urbano ha adquirido un carácter desordenado, incontrolado, casi cancerígeno. En tan solo 65 años, señala la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD, 1988), “la población urbana de los países en desarrollo se ha decuplicado”. Si en 1900 solo un 10% de la población mundial vivía en ciudades, 2007 fue el primer año de la historia en que hubo más personas viviendo en áreas urbanas que en el campo, según señala el informe de Naciones Unidas “UN- habitat: el estado de las ciudades”, añadiendo que, en 2030, si se continúa con el actual ritmo de crecimiento, de una población de unos 8100 millones de habitantes, más de 5000 vivirán en ciudades. Una tendencia confirmada así mismo por los resultados del estudio de la London School of Economics: “The Urban Age” (Burdet y Sudjic, 2008), en el que se señala que el estallido demográfico urbano es un reto sin precedentes para la sociedad del siglo XXI, previendo que el 75% de la población vivirá en un área urbana en el año 2050. Ciudades que utilizan alrededor de un 75% de los recursos mundiales y desalojan cantidades semejantes de desechos (Girardet, 2001).

Y ese aumento rapidísimo de la población de las ciudades (que remite al problema del Crecimiento demográfico y Sostenibilidad y al del Desarrollo rural y Sostenibilidad) no ha ido acompañado del correspondiente crecimiento de infraestructuras, servicios y viviendas; por lo que, en vez de aumento de calidad de vida, nos encontramos con ciudades literalmente asfixiadas por el automóvil y con barrios periféricos que son verdaderos “guetos” de cemento de una fealdad agresiva, o, peor aún, con asentamientos “ilegales” (“favelas”, “bidonvilles”, “chabolas”), que crecen como un cáncer, sin agua corriente, ni saneamientos, ni escuelas, ni transporte. Según el informe de Naciones Unidas citado, la población chabolista habría alcanzado en 2007 los mil millones de personas (Worldwatch, 2007). Estamos entrando así en un milenio urbano que ha comenzado en una era de chabolas (Hayden, 2008, p. 12).

Una población creciente se ve así condenada a vivir en barrios de latas y cartón o, en el mejor de los casos, de cemento, que provocan la destrucción de los terrenos agrícolas más fértiles, junto a los cuales, precisamente, se empezaron a construir las ciudades. Una destrucción que deja a los habitantes de esos barrios en una casi completa desconexión con la naturaleza... O a merced de sus efectos más destructivos cuando, como ocurre muy a menudo, se ocupan zonas susceptibles de sufrir las consecuencias de catástrofes naturales, como los lechos de torrentes o las laderas desprotegidas de montañas desprovistas de su arbolado. Las noticias de casas arrastradas por las aguas o sepultadas por aludes de fango se suceden casi sin interrupción. Esa destrucción ambiental no afecta únicamente al terreno que ocupan las ciudades, sino que cuarteja todo el territorio mediante la “inevitable” red de autopistas, que exige masivas deforestaciones, haciendo inviable la supervivencia de muchos animales, introduciendo peligrosas barreras en el curso natural de las aguas y contribuyendo, en definitiva, a la degradación de los ecosistemas. (JONKER, 2013)

Sin olvidar lo que supone la construcción de mega urbanizaciones especulativas, auténticos atentados a la Sostenibilidad, en zonas de gran valor ecológico y paisajístico, sin garantía de agua para su abastecimiento ni de un tratamiento adecuado de los residuos. Un urbanismo salvaje, con numerosos casos de corrupción, que conlleva la construcción “eco-ilógica” de campos de golf, de puertos deportivos, etc., que incluso llega a agredir espacios protegidos y supone frecuentes recalificaciones de terrenos.

Conclusiones

La construcción, además de ser indispensable para el desarrollo de la sociedad, es también uno de los principales responsables de residuos, contaminación, transformación del entorno y uso inadecuado de recursos naturales. Su construcción, operación y, eventualmente, su demolición, consumen una gran cantidad de recursos y producen muchos residuos contaminantes.

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

La construcción sostenible tiene una diferencia estructural, frente a la construcción tradicional que se basa en dos aspectos:

- ✓ Uno, en que las soluciones son integrales y buscan atender las necesidades de energía, de agua, adecuado manejo de materiales, calidad del ambiente interior, bienestar de las personas, entre otros.
- ✓ Dos, ya no se mira solamente el proceso de construcción de un edificio, y se olvida lo que sucede después, sino que ahora es un círculo en donde hay que pensar desde que se planea el edificio, se diseña, se construye, se opera, se demuele, o qué pasa si cambia de uso.

Hoy en día, los edificios sostenibles pueden ser desarrollados a un precio similar a los edificios convencionales y las inversiones pueden ser recuperadas a través de ahorros en los costos operacionales y, con las características de diseño adecuadas, se obtienen lugares con muy buenas características para ser habitados.

Los residuos de construcción y demolición (RCD) como nuevos materiales para la construcción, son un aporte en el campo ambiental, pues al reciclarlos se evita tanto degradar el suelo natural con la extracción de materias primas vírgenes, como con la disposición final de escombros.

En la actualidad se puede garantizar a la comunidad académica y al gremio de la construcción, eco-material estandarizado y avalado por las normas técnicas Colombianas e internacionales.

Para nadie es un secreto que el cambio climático va directamente relacionada con la actividad que realiza el ser humano sobre la tierra, y uno de los procesos que más causa daño al ecosistema es la extracción de materias primas para la elaboración de materiales esenciales para llevar a cabo un proceso, es en este caso donde la ingeniería civil toma un papel muy importante y la vez no tan importante, porque en esta actividad es donde se necesita mucha de materia prima que genera un ecosistema y es ahí donde se están explotando de manera incontrolada los recursos no renovables, por esta razón las autoridades encargadas de velar por el cuidado de en medio ambiente se han puesto las pilas para poner en marcha una serie de normas las cuales se han vuelto de obligatorio cumplimiento para las grandes constructoras, implementando sistemas más amigables con el medio ambiente, para tratar de mitigar el daño ya hecho y tratar de ayudar a que los desechos que deja la construcción puedan volver a ser utilizados como material de construcción. En Bogotá ya se observa el cambio, ya hay un sin número de empresas que han adoptado algún sistema más amigable con el medio ambiente y se ha mirado la evolución desde 2012 donde se comenzaron a implementar hasta el 2016 donde se realizaron los últimos estudios, Bogotá está ya en la órbita de las ciudades que utiliza sistemas amigables y se espera que este entre las primeras de Suramérica en los próximos años.

Referencias

- Acosta, D., & Cilento, A. (2007). *EDIFICACIONES SOSTENIBLES: Estrategias de Investigación y Desarrollo*. venezuela : ON LINE.
- Agudelo, H. A., Hernández, A. V., & Cardona, D. A. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en colombia. *universidad nacional de colombia*.
- Agudelo, H. A., Hernández, A. V., & Cardona, D. A. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en colombia. *universidad nacional de colombia* .
- Arenas, M. M. (2012). Materiales sostenibles en la edificacion. 5.
- Barcelona, U. d. (2016). *Business School*. Obtenido de Business School: <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/causas-de-fracaso-de-un-proyecto/estudio-de-viabilidad-de-un-proyecto-como-y-por-que-llevarlo-cabo>
- CASTAÑO, J., RODRÍGUEZ, R., LASSO, L., CABRERA, A., & OCAMPO, M. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá. *Vicerrectoría Académica de la Pontificia Universidad Javeriana*, 122.
- CASTAÑO, J., RODRÍGUEZ, R., LASSO, L., CABRERA, A., & OCAMPO, M. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá. *Pontifica Universidad Javeriana*.
- Castaño, J., Rodriguez, R., Lasso, L., Cabrera, A., & Ocampo, M. (2013). Gestion de residuos de contruccion y demolicion (RCD) en Bogota: perspectivas y limitacion. *SCIELO*, 123.
- Castells, X. E. (2011). *Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad*. madrid: DIAZ DE SANTOS .
- cuadrado, M. (2017). BOGOTÁ, EN LÍNEA CON LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE. *Metro cuadrado*.
- Eco-inteligente. (2015). Beneficios del diseño sostenible en la edificación. *Eco-inteligente*.
- Garavito, E. C. (21 de Abril de 2010). *Centro virtual de noticias de la educacion*. Recuperado el 5 de 7 de 2017, de Centro virtual de noticias de la educacion: <http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-228262.html>
- Hernández, A. (2009). CALIDAD DE VIDA Y MEDIO AMBIENTE URBANO. INDICADORES LOCALES DE SOSTENIBILIDAD Y CALIDAD DE VIDA URBANA. *INVI*, 2.
- Huelsz, G., & Sierra, J. (2013). Ciencias y Tecnologías de la Sustentabilidad. *Revista Digital Universitaria*.
- JONKER, G. (2013). *INGENIERIA PARA LA SOSTENIBILIDAD*. REVERTE.
- Jurado, J. (2011). PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACION DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA ENFOCADA EN. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA*.
- Martínez, J. (2010). *Viaje A La Sostenibilidad*. edupaz.
- Michel, N. (2016). CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES: INCENTIVOS PARA SU DESARROLLO EN LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES. *scielo*.

- OAB. (31 de diciembre de 2016). Obtenido de OAB:
<http://oab.ambientebogota.gov.co/esm/indicadores?&id=780&v=l>
- Ribero, Garzón, Alvarado, & Gasch. (2016). Beneficios económicos de la certificación LEED. Edificio centro Ático: caso de estudio. *scielo*.
- Rodríguez, F. (2011). Edificación Sostenible. *Construmática*, 2.
- Rodríguez, F. (2011). Sistemas Constructivos Sostenibles. *Construmática*, 1.
- Rodríguez, F., & Fernández, G. (2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *scielo*.
- Sando, Y. (2011). HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ARQUITECTURA SOSTENIBLE. *Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)*, 11.
- Serrano, A. (2017). Construcción sostenible: nuevos objetivos para la ingeniería civil. *Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca*.
- Serrano, A. (febrero de 2017). *VIRTUALPRO*. Obtenido de *VIRTUALPRO*:
<https://www.revistavirtualpro.com/editoriales/20170201-ed.pdf>
- Sostenible, Consejo Colombiano de Construcción. (2011).
- SUSUNAGA, J. (2014). CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA EDIFICACIÓN DE. *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA*, 17.
- Susunaga, J. (diciembre de 2014). *CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL Y PRIORITARIO*. Obtenido de CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL Y PRIORITARIO:
<http://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1727/1/CONSTRUCCI%C3%93N%20SOSTENIBLE%2C%20UNA%20ALTERNATIVA%20PARA%20LA%20EDIFICACI%C3%93N%20DE%20VIVIENDAS%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20Y%20PRIORITARIO.pdf>
- SUSUNAGA, M. (2014). CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA EDIFICACIÓN DE. *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA*, 16.
- Tiempo. (11 de Agosto de 2014). Ecourbanismo y Construcción Sostenible para Bogotá. *Ecourbanismo y Construcción Sostenible para Bogotá*.
- Tiempo. (5 de Junio de 2015). Los edificios sostenibles en tono verde. *Los edificios sostenibles en tono verde*.
- UMACON. (2016). La importancia de la Construcción Sostenible. *UMACON*.
- Vasquez, Botero, & Carvajal. (2014). Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional. *REDALYC*.
- verde, V. m. (2013). *Colombia y el boom de la construcción sostenible: la hora de los edificios verdes*. Obtenido de Colombia y el boom de la construcción sostenible: la hora de los edificios verdes.

Vega. (2012). APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIONES DE RCD. *Gestion y control de los residuos de la construccion y demolicion RCD.*