

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS PARA UN PROYECTO DE HOTEL Y
OFICINAS LEED CERTIFICADO 3.0-2009 EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

GINA ALEXANDRA CABAS ROSADO

MARIA CAMILA GARRIDO BARCENAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

2011

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS PARA UN PROYECTO DE HOTEL Y
OFICINAS LEED CERTIFICADO 3.0-2009 EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

GINA ALEXANDRA CABAS ROSADO

MARIA CAMILA GARRIDO BARCENAS

Trabajo de Grado

Director:

ING. CÉSAR RUIZ

Co-director:

ING. ADRIANA GÓMEZ CABRERA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

2011

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a nuestros padres que nos acompañaron a lo largo de todo este proceso, y siempre nos brindaron su apoyo y comprensión durante toda la carrera.

A los ingenieros Cesar Ruiz, Javier Rodríguez, y Adriana Gómez por guiarnos en el desarrollo de esta investigación, ya que gracias a ellos alcanzamos los objetivos propuestos.

A los propietarios del Edificio Tierra Firme, Aldea Proyectos S.A y Promotora Apotema S.A.S y a sus gerentes Dr. Julián Bonilla y Dr. Luis Enrique Rubio, respectivamente, por la autorización para usar como objeto de estudio este importante proyecto.

A los profesionales involucrados en el desarrollo del Proyecto Tierra Firme: Ing. Ricardo Baquero, Ing. Carlos Bravo, Arq. Ramiro Garrido, Ing. Mauricio Gómez, Ing. Gonzalo Mosquera, Arq. Andrés Ramírez, Ing. Andrés Sánchez, Arq. María Teresa Sierra, Ing. Tomas Uribe.

Y finalmente a todas las personas que nos colaboraron de una u otra manera en la realización de este trabajo de grado.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1. OBJETIVOS	5
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	7
3. MARCO TEÓRICO.....	11
3.1 El Calentamiento Global	11
3.2 Desarrollo sostenible	13
3.3 El Impacto del sector de la construcción.....	15
3.4 Los esfuerzos de EPA (Agencia de Protección Ambiental).....	17
3.5 Los esfuerzos de ASHRAE (Sociedad Americana de Aire acondicionado, Refrigeración y Calefacción)	18
3.6 Marco Legal Ambiental Colombiano	18
3.6.1 Normativa General	19
3.6.2 Normativa del Agua	25
3.6.3 Normativa del Suelo, Espacio Público y Residuos Sólidos.	26
3.6.4 Normativa del Aire.....	29
3.6.5 Normativa de los Aspectos Bióticos.....	31
3.6.6 Normativa de los Aspectos Sociales.....	32
3.7 Norma LEED	32
3.8 Certificación LEED	34
4. ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS Y BENEFICIOS EN LOS CRÉDITOS OBJETIVO LEED DEL PROYECTO TIERRA FIRME.....	37
4.1 SITIOS SOSTENIBLES.....	37
4.1.1 SS PRERREQUISITO 1. Prevención de Polución durante la construcción. 38	
4.1.2 SS CRÉDITO 1: Selección del sitio.	41
4.1.3 SS CRÉDITO 2: Densidad y conectividad.	43
4.1.4 SS CRÉDITO 3: Desarrollo de terrenos contaminados.....	45
4.1.5 SS CRÉDITO 4.1: Acceso a transporte público.	47

4.1.6	SS CRÉDITO 4.2: Facilidades para bicicletas.	49
4.1.7	SS CRÉDITO 4.4: Capacidad de parqueo, transporte alternativo.	52
4.1.8	SS CRÉDITO 5.1: Desarrollo del lugar - protección o restauración del hábitat.	53
4.1.9	SS CRÉDITO 5.2: Desarrollo del lugar: maximizar zonas verdes.	55
4.1.10	SS CRÉDITO 6.1: Diseño para aguas lluvias- control de cantidad.	57
4.1.11	SS CRÉDITO 6.2: Diseño para aguas lluvias- control de calidad.	59
4.1.12	SS CRÉDITO 7.1: Efecto islas de calor - No techos.	61
4.1.13	SS CRÉDITO 7.2: Efecto islas de calor- cubiertas.....	63
4.1.14	SS CRÉDITO 8: Reducción contaminación lumínica nocturna.	64
4.1.15	SS CRÉDITO 9: Guías de diseño y construcción para arrendamientos.	67
4.2	EFICIENCIA DEL AGUA	69
4.2.1	WE PRERREQUISITO 1: Reducción del uso del agua potable, WE CRÉDITO 1: Eficiencia de agua en jardines, WE CRÉDITO 2: Innovación en el manejo de aguas residuales, WE CRÉDITO 3: Reducción de consumo de agua potable.	71
4.3	ENERGÍA Y ATMÓSFERA	77
4.3.1	EA PRERREQUISITO 1: Asesoría en el sistema de energía.....	78
4.3.2	EA PRERREQUISITO 2: Consumo mínimo de energía.....	80
4.3.3	EA PRERREQUISITO 3: Manejo básico de refrigerantes.....	81
4.3.4	EA CRÉDITO 1: Optimización del diseño energético.....	82
4.3.5	EA CRÉDITO 4: Manejo avanzado de refrigeración.	87
4.3.6	EA CRÉDITO 5.1: Medición y verificación de edificio base, EA CRÉDITO 5.2: Medición y verificación de edificio base.	89
4.4	MATERIALES Y RECURSOS	91
4.4.1	MR PRERREQUISITO 1: Recolección y almacenamiento de reciclables. ...	92
4.4.2	MR CRÉDITO 2: Manejo de desechos de construcción.....	93
4.4.3	MR CRÉDITO 4: Contenido reciclado de materiales.	97
4.4.4	MR CRÉDITO 5: Materiales de la región.	98
4.4.5	MR CRÉDITO 6: Madera certificada.....	100
4.5	CALIDAD EN EL AMBIENTE INTERIOR.....	101

4.5.1	IEQ PRERREQUISITO 1: Desempeño mínimo de la calidad del aire ventilado.....	102
4.5.2	IEQ PRERREQUISITO 2: Control ambiental del uso del tabaco.....	103
4.5.3	IEQ CRÉDITO 1: Monitoreo y suministro del aire exterior, IEQ CRÉDITO 2: Incremento de ventilación.....	104
4.5.4	IEQ CRÉDITO 3.1: Plan para manejo del aire interno- durante la construcción.....	107
4.5.5	IEQ CRÉDITO 4.1: Adhesivos y sellantes de baja emisión, IEQ CRÉDITO 4.2: Pinturas y cubrimientos de baja emisión, IEQ CRÉDITO 4.3: Sistemas de pisos de baja emisión.....	108
4.5.6	IEQ CRÉDITO 6.1 Control de sistemas de iluminación.....	109
4.5.7	IEQ CRÉDITO 6.2: Controles de sistemas de confort térmico.....	111
4.5.8	IEQ CRÉDITO 8.2 Vista exterior.....	113
4.6	PROCESO E INNOVACIÓN EN DISEÑO	114
4.6.1	ID CRÉDITO 2: Profesional acreditado LEED.....	115
5.	ÍNDICE DE INVERSIÓN.....	117
5.1	Índice de inversión total	117
5.2	Análisis de Costos Directos	120
5.3	Análisis de Costos Indirectos.....	132
6.	BENEFICIOS DE LOS EDIFICIOS CONSTRUIDOS BAJO LOS ESTÁNDARES LEED	143
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
	ANEXOS	157

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de los gases de origen	12
Figura 2.	Componentes del desarrollo sostenible(UNESCO 2004)	15
Figura 3.	Emisiones de CO ₂ por sectores (Yudetson 2010)	16
Figura 4.	Lavado de llantas de mezcladoras de concreto(Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011)	39
Figura 5.	Mantenimiento del drenaje francés y del tanque de grasas(Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011).....	39
Figura 6.	Ubicación del proyecto Tierra firme en el	42

Figura 7. Rutas disponibles en los alrededores del proyecto	48
Figura 8. Modelo de cubierta verde dispuestos en cubiertas y terrazas (Roomworks 2011)	54
Figura 9. Esquema de un filtro para el tratamiento de agua (Direct Industry 2011)	60
Figura 10. Ilustración de la posición relativa entre en nadir y el zenith (Instituto de Astrofísica de Andalucía 2007)	65
Figura 11. Esquema de cubierta verde con almacenamiento de aguas lluvias (Huerta 2010)	72
Figura 12. Sistema de microgoteo con agua lluvia para riego en jardines (Planfor 2009)	73
Figura 13. Render de la fachada del proyecto Tierra Firme (Garrido 2011)	84
Figura 14. Damper o rejilla automática (Mobilehome Repair HVAC 2011).....	86

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica del proyecto.	3
Tabla 2. Proyectos LEED en Bogotá actualmente (USGBC 2011b).....	35
Tabla 3. Porcentaje de contenido reciclado (Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011)	97
Tabla 4. Análisis costos directos LEED del proyecto	128
Tabla 5. Análisis de costos indirectos LEED del proyecto.....	138

CONTENIDO DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución Puntos LEED	34
Gráfica 2. Tipo y cantidad de materiales reciclados en obra. (Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011)	95
Gráfica 3. Índice de inversión adicional Total.....	117
Gráfica 4. Índice de inversión adicional total discriminado	119
Gráfica 5. Distribución del índice de inversión en costos directos según cada capítulo LEED	120
Gráfica 6. Incidencia de los ítems en el capítulo de sitios sostenibles.....	121
Gráfica 7. Incidencia de los ítems en el capítulo de eficiencia del agua	122
Gráfica 8. Incidencia de los ítems en el capítulo de energía y atmósfera.....	123
Gráfica 9. Incidencia de los ítems en el capítulo de materiales y recursos.....	124
Gráfica 10. Incidencia de los ítems en el capítulo de calidad del ambiente interior	125
Gráfica 11. Incidencia de los ítems en el capítulo de proceso e innovación en el diseño	126
Gráfica 12. Comparación de la inversión LEED vs tradicional por capítulos de costos directos.....	127

Gráfica 13. Distribución del índice de inversión de costos indirectos según cada capítulo LEED	132
Gráfica 14. Incidencia de los ítems en el capítulo de sitios sostenible	133
Gráfica 15. Incidencia de los ítems en el capítulo de eficiencia del agua	134
Gráfica 16. Incidencia de los ítems en el capítulo de energía y atmósfera	134
Gráfica 17. Incidencia de los ítems en el capítulo de materiales y recursos.....	135
Gráfica 18. Incidencia de los ítems en el capítulo de calidad en el ambiente interior	136
Gráfica 19. Incidencia de los ítems en el capítulo de proceso e innovación en el diseño	136
Gráfica 20. Comparación de la inversión LEED vs tradicional por capítulos de costos indirectos	137

INTRODUCCIÓN

Hoy, a causa de los fenómenos naturales a consecuencia del cambio climático, se tiene una mayor conciencia del impacto ambiental que generan todas las intervenciones del hombre en el planeta. Todo esto es debido a que los recursos que se utilizan actualmente para el desarrollo de los países se están agotando; ya que no son recursos ilimitados por lo que se deben economizar y empezar a crear nuevas alternativas para suplirlos. Desde hace varios años se ha propuesto mitigar esos impactos a través de iniciativas que buscan reducir los daños al medio ambiente y también mejorar la calidad de vida de los seres humanos. En el área de la construcción, una de estas iniciativas es la construcción sostenible, soportada en sistemas de certificación como la normativa LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), el cual busca reducir el consumo energético, implementar procesos de construcción sostenible y el uso de materiales renovables(Londoño 2009) entre otros.

El sector de la construcción es uno de los principales actores en la problemática ambiental, todo esto debido a que los edificios son los responsables de gran parte de las emisiones nocivas a la atmósfera y del consumo de recursos naturales(Castro-Lacouture et al. 2009) .Por ejemplo, los edificios de los Estados Unidos, se gastan el 72 % del total de la energía eléctrica generada y más del 40 % de la energía de primer uso (USGBC 2011c). Pero no solo el consumo de la energía eléctrica es una preocupación, también lo es la utilización de recursos naturales y la generación de gases efecto invernadero como lo es el CO₂ (Londoño 2009). Aparte del consumo desmesurado de la energía eléctrica, los edificios son la principal fuente de generación de CO₂ por encima del transporte y la industria.

LEED es una certificación a nivel mundial de tipo voluntario, creada por la USGBC (United States Green Building Council), que se le otorga a los edificios que fueron

construidos bajo unas estrategias para mejorar el desempeño en los indicadores más importantes: el ahorro de energía, la eficiencia del agua, la reducción de las emisiones de CO₂, la adecuada utilización de los recursos naturales no renovables y sus impactos; además de la mejora en la calidad del aire y ambiente en espacios interiores, y la utilización de elementos menos nocivos para la salud de sus ocupantes (USGBC 2011c). La certificación requiere un proceso integrado de diseño y construcción, realizado por diferentes profesionales que aportan sus ideas para que los edificios sean ambientalmente amigables según los estándares de la normativa Leed USGBC.

En Colombia se quiere implementar el concepto “verde” en las construcciones, ya que no solo beneficia al medio ambiente, sino también a las personas que lo habitan, porque se ha demostrado que los ocupantes de edificios verdes son más sanos y en un 16% más productivos(USGBC 2011c). Aparte de los beneficios mencionados, este tipo de edificaciones generan un retorno de la inversión a mediano y largo plazo pues datos estadísticos encontrados en los Estados Unidos indican reducciones del orden de 24-50% en consumos de energía,33-39% en uso del agua, 40% en emisiones de CO₂ y un 70% en residuos sólidos(Haselbach 2009).

Este trabajo de grado investiga cuanto es el porcentaje de inversión adicional que se requiere para construir edificios sostenibles en el país, bajo los estándares de la norma LEED, y así promover a futuros constructores a desarrollar proyectos ambientalmente amigables que ayuden a mitigar los impactos que esta industria genera en el medio ambiente, además de enfatiza las ventajas que tiene este sistema constructivo a largo plazo, tanto económica como ambientalmente.

Las características del proyecto objeto de este estudio es posible observarlas en la Tabla 1

Tabla 1. Ficha técnica del proyecto.

Ficha Técnica del Proyecto	
Nombre del Proyecto	TIERRA FIRME
Ubicación	Centro Empresarial Santa Bárbara
Área [m2]	62.250
Número de pisos	29
Tipo de edificación LEED	Core and Shell
Certificación a la que aspira	Plata

De acuerdo a disposiciones de confidencialidad de los propietarios del proyecto, en esta investigación no se mostraran cifras en pesos, si no solo porcentajes de inversión adicional.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Plantear que ventajas podría tener en el futuro la construcción sostenible a partir del análisis de inversión adicional de un proyecto core and shell de hotel y oficinas con certificación LEED plata en la ciudad de Bogotá, y de este modo fomentar los procesos constructivos amigables con el ambiente, teniendo en cuenta los estándares sugeridos por la norma LEED.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.2.1 Conocer en detalles el sistema LEED, para entender su aplicación en el proyecto en mención y a su vez llevar a cabo el análisis de costos adicionales asociados.
- 1.2.2 Determinar el porcentaje la inversión adicional requerida para alcanzar un proyecto de hotel y de oficinas con certificación LEED.
- 1.2.3 Analizar los costos directos e indirectos relacionados con un proyecto de hotel y de oficinas con certificación LEED y un proyecto de hotel y de oficinas tradicional en la ciudad de Bogotá.
- 1.2.4 Proponer un índice de inversión adicional para la realización de un proyecto de hotel y oficinas con certificación LEED en la ciudad de Bogotá.

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Los continuos cambios climáticos que se han venido presentando en el planeta, además de las acciones de los seres humanos, han impulsado a la industria de la construcción a crear nuevos procesos constructivos que ayuden a mitigar los impactos generados al medio ambiente por la realización de esta actividad. Por esa razón hoy en día en el campo de la construcción las variables que afectan al ambiente juegan un papel importante en la construcción, pues las edificaciones son responsables de consumir grandes cantidades de energía, agua y territorio, lo cual produce alteraciones negativas en el aire y la atmósfera

Por otro lado el espacio destinado para la ubicación de los desechos de construcción así como los residuos sólidos es cada vez es menor, lo que motiva a desarrollar técnicas que permitan el aprovechamiento del material de desecho en todas las áreas. En el 2008 el sector público generó un volumen de 3.830.628m³ y el sector privado 6.804.232m³ de escombros en la ciudad de Bogotá (UAESP & U.A.E. de S.P. 2009). Actualmente la tendencia mundial consiste en el aprovechamiento de los escombros de la construcción para la producción de nuevos materiales, en el caso del hierro, es posible producir material nuevo a partir de la chatarra producto de autos viejos así como de desperdicios de construcción, otro ejemplo que vale la pena mencionar consiste en añadir un porcentaje de cenizas volantes que son un subproducto de los hornos que emplean carbón mineral como combustible para la generación de energía y constituyen en sí partículas no combustibles removidas de las chimeneas de gases (National Ready Mixed Concrete 1998).

La práctica sostenible promueve las eficiencias en el manejo de energía y el uso de productos que son más seguros, renovables, reciclables y reducen

desperdicios dañinos en su producción (Villa 2009), lo cual favorece no solamente al medio ambiente si no también a los habitantes de dicho espacio.

Una construcción sostenible está precedida de un proceso de integrado de diseño, el cual se basa en la toma de decisiones en conjunto de todos los profesionales involucrados en el proceso de diseño y construcción, el cual se realiza a través de cada fase del proyecto, que busca estudiar y minimizar cada uno de los impactos de las estrategias a implementar, sobre los demás aspectos del proyecto, así como los impactos ambientales que este pueda generar. De esta manera la construcción verde implica el diseño y ejecución de modelos considerando tres elementos principales: un ambiente interior saludable, máxima eficiencia y conservación de la energía y el uso racional de los recursos naturales (Villa 2009).

En 1993 nace en Estados Unidos el USGBC, Consejo Norteamericano de Construcción Sostenible, por sus siglas en ingles, la cual es una organización sin ánimo de lucro que desarrolla una serie de propuestas para que la labor constructiva tenga menos impacto en el ambiente, y crea en el 2000 la primera guía de Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (LEED por sus siglas en ingles), la cual propone un sistema estándar de construcción que otorga puntos de acuerdo al cumplimiento de los requerimientos establecidos en la misma, con el fin de otorgar una certificación a las construcciones que cumplan con estándares de ahorro energético, calidad de aire interior, innovación en el diseño, materiales y recursos, y por ultimo sitios sostenibles.

Por todo lo anterior el motivo de esta investigación es determinar un índice de inversión adicional que permita la realización de proyectos sostenibles en la ciudad de Bogotá, ya que el numero de este tipo de proyectos va en aumento, por lo tanto es importante para los futuros constructores conocer cuánto más deben invertir y cuáles son las ventajas que obtendrían al realizar un proyecto que

cumpla con los estándares propuestos por LEED, que al ser una certificación internacional genera un aval en el exterior e invita a inversionistas a conocer las tecnologías que se aplican en Colombia.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 El Calentamiento Global

El calentamiento global es un fenómeno que se produce por la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera, la cual se impurifica por partículas que se emiten a ella, que pueden ser de fuentes naturales o antropogénicas.

Nunca se ha tenido una atmosfera totalmente limpia, debido a la desintegración vegetal y animal, los incendios de los bosques y demás actividades “naturales”, pero desde hace varias décadas, la contaminación atmosférica se ha venido incrementando por las acciones nocivas del hombre en el planeta (Amestoy 2009).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) los principales contaminantes del aire provienen de fuentes antropogénicas de foco compuesto que se relacionan con la producción y consumo de los combustibles fósiles, como es la combustión de los carros, fundición de materiales, preparación de productos alimenticios de humanos y ganado, refinería de petróleos y aglomeraciones industriales y áreas urbanas, que generan gases como el dióxido de carbono, ácidos, hidrocarburos, monóxido de carbono, óxido nitroso, metano y clorofluorocarbonados, etc (Amestoy 2009), en la Figura 1 se muestran los principales gases de origen antropogénico que contribuyen al efecto invernadero.

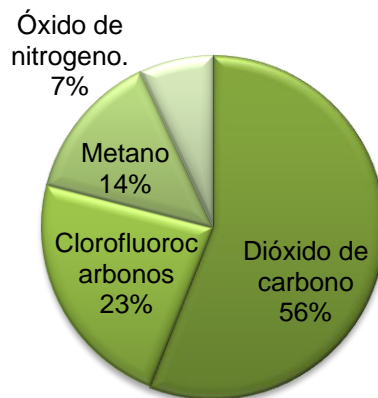


Figura 1. Distribución de los gases de origen antropogénico que contribuyen al efecto invernadero (Ludevid 1997).

Por otro lado, el deterioro de la capa de ozono se presenta porque se emite a la atmósfera compuestos de halocarbonos, es decir, de dos grupos de productos químicos: los clorofluorocarbonado (CFC) y los halones, los cuales al entrar en contacto con el ozono presente en la estratosfera inferior, hacen procesos químicos para la descomposición del mismo. Tales procesos impide la protección de la superficie terrestre de los rayos ultravioleta, lo cual trae problemas a los organismos vivos, ya que se aumenta la cantidad de radiación que llega a la superficie, y se desarrollan enfermedades como cáncer de piel, cataratas en los ojos, daños en el sistema inmunológico, entre otras.

Los gases de CFC contribuyen en un 25% a la intensificación del efecto invernadero atribuible a causas humanas, y un aspecto importante es que su tasa de crecimiento es superior a las emisiones de dióxido de carbono (Ludevid 1997).

La estimación de reducción del 1% del ozono estratosférico incrementa la radiación ultravioleta que llega a la superficie entre 1-3%, lo que conduce al incremento de enfermedades ocasionadas por la radiación del 2 al 5% (IDEAM 1998). El comité consultivo de la ONU para la capa de ozono informó que la

disminución global del ozono en la estratósfera será del 16% en el 2060 con respecto a los niveles medidos en los años ochenta (Ludevid 1997).

Según el informe presentado por la IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) la evidencia del cambio climático es cada vez más “inequívoco”. Cambios como la destrucción de la capa de ozono, el deshielo generalizado en los glaciares, el aumento de la temperatura promedio del aire y del océano, así como del nivel del mar promedio mundial son certezas de que la tierra se está calentando (IPCC et al. 2008).

3.2 Desarrollo sostenible

“El desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”¹(Xercavins 2005).

Ampliando la definición, el desarrollo sustentable es lo que se debe procurar implementar hoy en día, ya que los fenómenos que están pasando actualmente nos hace abrir los ojos acerca de los efectos ambientales negativos que la humanidad ha contribuido a que ocurran, y empeorarán si no se hace algo para minimizarlos.

Uno de los primeros conceptos que se dio de desarrollo sostenible fue en los años setenta en la cumbre de Estocolmo, sobre “El hombre y la biosfera”. En ella se prendieron las alarmas debido a la crisis ecológica que se estaba presentando y por la incertidumbre del futuro del planeta si se seguía con ese concepto de desarrollo despilfarrador.

¹Informe brundtland.

Hasta 1979 la ONU utilizó por primera vez el concepto de desarrollo sostenible, desde la perspectiva de que el desarrollo podía ser un proceso integral que incluyera las dimensiones social, económica y ambiental.

El incremento de la población, el decrecimiento de los recursos y la falta de conciencia del impacto en el medio ambiente debido al desarrollo de la humanidad, han generado los problemas que se tienen actualmente, por eso, hay que interponer límites para disminuir el comportamiento que se ha venido presentando y desarrollar un equilibrio entre las dimensiones social, económica y cultural del hombre y las necesidades del planeta.

Para poder lograr un equilibrio, se deben analizar los diferentes aspectos relacionados con la calidad de vida, Figura. Con respecto a lo social, se debe tener un principio de paz y de solidaridad, para valorar oportunidades con justicia y colaborar de forma desinteresada en una comunidad; en lo económico, pensar en satisfacer necesidades básicas sin afectar el futuro; en lo ecológico, procurar la conservación y sostenibilidad del medio ambiente protegiendo y administrando correctamente los recursos disponibles.

El economista Herman Daly, habla de una serie de límites naturales para que se pueda dar el desarrollo sustentable a partir de leyes, que las denominó "*leyes de Daly*" las cuales son(Xercavins 2005, pág.7):

1. "Fuentes de recursos renovables: la tasa sostenible de explotación no puede ser más grande que la tasa de regeneración.
2. Fuente de recursos no renovables: la tasa sostenible de explotación o uso no puede ser más grande que la tasa a la cual una fuente renovable, usada en forma sostenible, puede sustituir el elemento no renovable.
3. Residuos: la tasa sostenible de emisión no puede ser más grande que la tasa a la cual el elemento contaminado puede ser reciclado, absorbido o esterilizado por el medio ambiente.

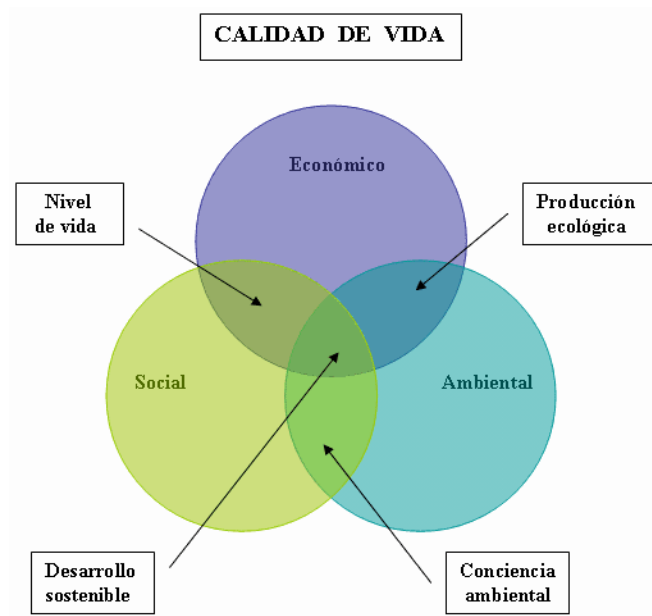


Figura 2. Componentes del desarrollo sostenible(UNESCO 2004)

3.3 El Impacto del sector de la construcción

Un problema importante para el medio ambiente, es el continuo crecimiento de las emisiones de carbón por la quema de combustible fósil además de actividades humanas. Entre 1990 y 2005 se produjo un aumento mundial en las emisiones de CO₂ de 30%, y en el presente las concentraciones en la atmósfera de dióxido de carbono son alrededor de 386 ppm las cuales están creciendo a un ritmo de alrededor 3 ppm por año(Yudetson 2010).

Estudios han indicado, que el sector de la construcción contribuye alrededor de un 50% a las emisiones totales de CO₂ en los Estados Unidos, por encima de los sectores como el transporte y la industria, según lo indica la Figura 3. Dentro de ese porcentaje se incluyen las edificaciones residenciales, no residenciales, industriales, recreacionales, educativas y en general todas las clases de construcción y sus diferentes usos (Yudetson 2010).

Sin embargo, en el mundo se han reducido las emisiones por unidad de producto interno bruto² en un 43% durante un periodo de 15 años (Yudetson 2010). Un ejemplo de eso, es que algunos países han intentado reducir esas concentraciones de gases adoptando medidas sostenibles a través de combinaciones energéticas renovables, mientras aumentan su PIB.

La razón a que se dé ese fenómeno anteriormente mencionado, es porque los edificios tienen un consumo energético muy alto, el cual es alrededor del 70% de la energía producida, en este caso en Estados Unidos. Se utiliza ésta energía en procesos para la extracción y producción de materiales de construcción como es el hormigón y el acero, y en el uso de la energía para el suministro de agua, su distribución y tratamiento, por lo tanto, los edificios ayudan directamente a una significativa cantidad de producción de gases efecto invernadero ya que la mayoría de esta energía es generada a través de la combustión de combustible fósil (USGBC 2011c).

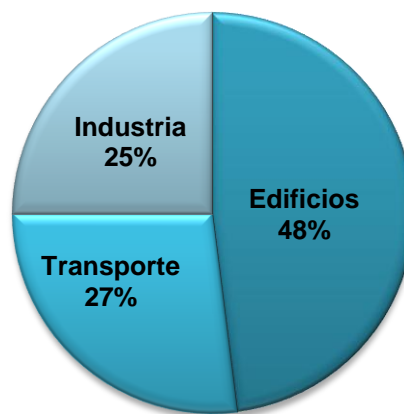


Figura 3.Emisiones de CO₂ por sectores (Yudetson 2010)

² Medida estándar de la producción económica.

Además de lo anterior, los procesos de urbanización tienen un impacto ambiental significativo en la utilización de los recursos naturales, ya que son grandes consumidores de éstos recursos, que no son renovables (Villa 2009). Un ejemplo de impacto en el curso de la naturaleza, es el reemplazo de superficies permeables naturales por impermeables, las cuales sostienen las edificaciones. Éstas crean una escorrentía urbana cargada de contaminantes y sedimentos dentro de las aguas superficiales, y que en consecuencia contaminan los cuerpos de agua y recursos acuíferos, como lo son los mares, ríos y lagos (EPA 2011).

Los edificios resultantes de una falta de consideraciones de diseño para la optimización de energía y sus recursos, tienen como resultado un gasto económico ineficiente en su construcción y desempeño, derivando que se consuma un 50% de la energía en edificaciones (Villa 2009). Las alternativas con un enorme potencial para disminuir el consumo de energía son la utilización de ventilación natural, cubiertas verdes, utilización de luz natural diurna, entre otras.

3.4 Los esfuerzos de EPA (Agencia de Protección Ambiental)

La agencia de protección de Estado Unidos nació a raíz de la preocupación por la contaminación medioambiental, el 2 de diciembre de 1970. Su creación surgió para consolidar en una sola agencia las actividades relacionadas con el monitoreo, la investigación, establecimiento de estándares y acatamiento para la protección del medio ambiente (EPA 2010).

Su misión principal es proteger la salud de los humanos y el medio ambiente, además de hacer la evaluación de la situación ambiental, proporcionar información y educación en Estados Unidos.

El diseño, construcción, operación y mantenimiento de los edificios implica grandes cantidades de energía, agua y otros recursos lo que crea grandes cantidades de residuos. El proceso de construcción también afecta el medio

ambiente y el ecosistema que rodea la obra. Incluso después de que los edificios sean construidos, los ocupantes y administradores se enfrentan a una serie de desafíos en su intento de mantener un ambiente de trabajo sano, eficiente y productivo. La EPA aborda estos desafíos mediante el fomento de la eficiencia energética y de recursos, reducción de desechos y prácticas de prevención de contaminación, las normas de calidad del aire en interiores, y otras iniciativas ambientales, tanto para nueva construcción y edificios existentes(EPA 2011) contemplados en la norma LEED.

3.5 Los esfuerzos de ASHRAE (Sociedad Americana de Aire acondicionado, Refrigeración y Calefacción)

Es una organización internacional la cual se encarga de establecer estándares para la construcción e implementación de sistemas de aire acondicionado, refrigeración y ventilación, con el fin de promover un mundo sostenible a través de investigaciones (ASHRAE 2011a).

EL sistema LEED tienen como obligatorio cumplimiento las normas que la ASHRAE ha desarrollado para los sistemas de su especialidad, dado que es el sector de más incidencia en la inversión adicional inicial de los edificios sostenibles, básicamente el capítulo que debe regirse en diseños eficientes en donde se optimicen los consumos de energía para la refrigeración y ventilación.

3.6 Marco Legal Ambiental Colombiano

La legislación colombiana contempla leyes relacionadas con el manejo ambiental de las actividades constructivas, dado el alto impacto que este sector genera sobre el medio ambiente.

Actualmente existen entes encargados de la regulación de dicha normativa, como es el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de la Protección Social. A nivel Bogotá, se cuenta con la Secretaría Distrital de Ambiente, el IDU (Instituto de desarrollo urbano) y el Concejo Colombiano de Construcción Sostenible, con el fin de promover el desarrollo sostenible en el país, ya que como es sabido a finales del siglo pasado, el planeta se ha visto afectado debido al mal manejo que se le ha dado a los recursos naturales no renovables y a las actividades desarrolladas por el hombre.

A continuación se describen leyes relacionadas con el tema anteriormente mencionado.

3.6.1 Normativa General

Colombia cuenta con una serie de leyes que marcan los derechos y deberes colectivos en diferentes aspectos del ser humano tales como el ámbito social, económico, jurídico, ambiental, constructivo, entre otros, pero para efectos de este trabajo se tocarán las leyes que abarcan temas ambientales, y constructivos desde una perspectiva legal, las cuales indican cual debe ser la correcta convivencia entre el ser humano y el medio ambiente, así como la manera correcta de llevar a cabo cualquier proceso constructivo en el país, esto más adelante servirá como herramienta para comparar las pautas establecidas por LEED y la normativa colombiana y determinar que tan lejos o cerca está Colombia de la norma según lo expuesto en las diferentes leyes que se tratarán a continuación.

Constitución Política de Colombia 1991, Título II, Capítulo 3 Artículos 79-81

En esta parte de la constitución se habla acerca de los derechos colectivos y del ambiente al cual todos los colombianos tenemos derecho, en ésta se dice de manera explícita que todos los colombianos tienen derecho de gozar de un

ambiente sano, además también se explica cómo el estado regula el uso de los recursos naturales del país, con el fin de garantizar un desarrollo sostenible para el mismo.(Constituyente 1991).

Ley 99 de 1993

Por esta ley se crea el ministerio del medio ambiente, se reordena el sector encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental. Por otra parte, determina que los estudios de impacto ambiental serán el instrumento básico para la toma de decisiones respecto a la construcción de obras y actividades que afecten significativamente el medio ambiente natural o artificial, y que todo proyecto de construcción deberá contar con una licencia ambiental, la cual se entiende como una autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación, y manejo de los efectos ambientales de la obra (Congreso Colombiano 1993).

Ley 142 de 1994

Esta Ley se aplica a los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural; a las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos (Congreso Colombiano 1994).

En esta se explica cuales son las disposiciones generales para los cogeneradores de energía. "Quienes produzcan energía eléctrica como resultado de un proceso de cogeneración, entendido este como la producción combinada de energía eléctrica y energía térmica que hace parte integrante de su actividad productiva, podrán vender excedentes de electricidad a empresas comercializadoras de

energía, esta venta quedará sujeta a la contribución del 20%” (Congreso Colombiano 1994).

Decreto 2820 de 2010

Este decreto establece una serie de modificaciones a la ley 99 de 1993, en la cual el Ministerio del Medio Ambiente cambia de nombre a Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el cual mantendrá las responsabilidades asignadas a este antes en la ley anteriormente mencionada y adiciona la tarea de fortalecer el proceso de licenciamiento ambiental, la gestión de las autoridades ambientales y promover la responsabilidad ambiental en áreas de la protección del medio ambiente (Presidencia de la República 2010).

Ley 23 de 1973

Esta ley tiene como objeto prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables para defender la salud y bienestar de todos los habitantes del territorio nacional. Además se consideran los bienes contaminables, que son el aire, el agua y el suelo y explica en qué consiste el término contaminación. Por otro lado, esta ley también fomenta la educación ambiental ya que propone a los programas de educación básica, secundaria y universitaria a incluir dentro de sus cursos regulares, uno sobre conservación y protección del medio ambiente, y da al Presidente de la república la facultad para crear un código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente (Congreso Colombiano 1973)

Decreto 2811 de 1974

Este decreto contiene el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente, en el cual se enuncian las normas de preservación ambiental, relativas a los elementos ajenos a los recursos naturales, tales como

productos químicos, sustancias tóxicas y radioactivas, ruido, residuos sólidos, los efectos ambientales de los recursos naturales no renovables. Y además explica cual debe ser el manejo adecuado de los recursos renovables, por parte del estado y los particulares.(Presidencia de la República 1974)

Ley 9 de 1979

El objeto de esta Ley es dictar las normas sanitarias generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana; y los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente. Establece además el control sanitario de los usos del agua, tanto pública como privada y el suministro de la misma, control sobre los residuos líquidos y sólidos y emisiones atmosféricas. Además se encuentra un título especial dedicado al saneamiento de las edificaciones en el cual establece las normas sanitarias para la prevención y control de los agentes biológicos, físicos o químicos que alteran las características del ambiente exterior de las edificaciones hasta hacerlo peligroso para la salud humana.(Congreso Colombiano 1979)

Ley 685 de 2001

El objetivo de esta ley fomentar la exploración técnica y la explotación de los recursos mineros de propiedad estatal y privada; estimular estas actividades en orden a satisfacer los requerimientos de la demanda interna y externa de los mismos y a que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios y normas de explotación racional de los recursos naturales no renovables y del ambiente, dentro de un concepto integral de desarrollo sostenible y del fortalecimiento económico y social del país. Además esta ley tiene un artículo en el cual se expresa la normativa que se debe emplear en materiales de

construcción ya que muchos de estos son explotados en minas y canteras, tales como agregados en la fabricación de piezas en concreto, morteros, pavimentos, y otros productos similares. También en estos se consideran los materiales de arrastre tales como arenas, agravas y las piedras yacentes en el cauce y orillas de las corrientes de agua y otros terrenos aluviales. El otorgamiento, vigencia y ejercicio del derecho a explorar y explotar los materiales de construcción de que trata este artículo, se regulan íntegramente por este Código y son de la competencia exclusiva de la autoridad minera.(Congreso Colombiano 2001)

Acuerdo 20 de 1995

Por el cual se adopta el Código de Construcción de Bogotá Distrito Capital, se fijan sus políticas generales y su alcance, se establecen los mecanismos para su aplicación, se fijan plazos para su reglamentación prioritaria y se señalan mecanismos para su actualización y vigilancia(Consejo de Santa fe de Bogotá, DC 1955).

El Código de Edificaciones trata sobre los siguientes aspectos:

1. Disposiciones Generales: Objetivo y alcance del Código de edificaciones, normas para su actualización, vigencia y control, e indicaciones para la utilización del Código (Consejo de Santa fe de Bogotá, DC 1955).
2. Requisitos de Diseño Arquitectónico: Normas referentes diseño de medios de evaluación, los requisitos de resistencia y protección contra el fuego, las normas para iluminación, ventilación, protección contra la intemperie, almacenamiento de basuras, chimeneas y otras relacionadas (Consejo de Santa fe de Bogotá, DC 1955).
3. Requisitos Estructurales: Requisitos para cimentaciones y las estructuras de concreto, mampostería, madera, elementos metálicos y vidrios (Consejo de Santa fe de Bogotá, DC 1955).

4. Requisitos para instalaciones: Normas para instalaciones interiores eléctricas, telefónicas, hidráulicas y sanitarias, para gases, sistemas de detección y extinción de incendios, sistemas de incineración, sistemas de transporte vertical y sistemas industriales (Consejo de Santa fe de Bogotá, DC 1955).
5. Licencias de Construcción: Procedimientos para la obtención de licencias de construcción (Consejo de Santa fe de Bogotá, DC 1955).
6. Consideraciones sobre Construcción: Normas para la seguridad durante el proceso constructivo, se fijan normas sobre materiales y se adoptan pautas sobre supervisión técnica, inspección y control (Consejo de Santa fe de Bogotá, DC 1955).
7. Consideraciones sobre Ocupación: Normas y procedimientos sobre el uso y conservación de edificaciones y sobre cambios de uso, demoliciones y alteraciones a edificaciones (Consejo de Santa fe de Bogotá, DC 1955).

Ley 388 de 1997

Uno de los objetivos de esta ley, relacionados con esta investigación es el de “Garantizar que la utilización del suelo por parte de sus propietarios se ajuste a la función social de la propiedad y permita hacer efectivos los derechos constitucionales a la vivienda y a los servicios públicos domiciliarios, y velar por la creación y la defensa del espacio público, así como por la protección del medio ambiente y la prevención de desastres”(Congreso Colombiano 1977) lo cual da origen al POT (Plan de Ordenamiento Territorial) el cual busca, “complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible”(Congreso Colombiano 1977)

3.6.2 Normativa del Agua

En este aparte se encuentran todas las leyes relacionadas con el correcto aprovechamiento, protección y conservación del agua, así como los ensayos que se deben realizar a los cuerpos de agua con el fin de determinar su calidad y componentes, además de una propuesta a que clases de equipos y sistemas de deben instalar en las nuevas construcciones, los cuales deberán cumplir con la premisa de bajo consumo. Por otro lado se establecen las condiciones que debe cumplir el agua una vez usada para ingresar de manera segura a los vertimientos establecidos por el acueducto.

Decreto 1449 de 1977

En relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas y los suelos, el aprovechamiento forestal. Y complementa las leyes 79 de 1986 y 373 de 1997, y el decreto nacional de 1791 de 1996.(Presidencia de la República 1977)

Decreto 1594 de 1984

En relación a los usos del agua y residuos líquidos. Además se encuentran cuales son los ensayos correspondientes que se deben hacer para determinar la calidad de cualquier tipo de agua, y además cuales deberán ser las condiciones del agua y/o residuos líquidos según ir según el lugar de destino que tenga.(Presidencia de la República 1984)

Decreto 1541 de 1978

Este decreto tiene como fin reglamentar las normas relacionadas con el recurso del agua en todos sus estados. Como lo es la manera en la cual este recurso será aprovechado, así como a quienes será destinado el uso del mismo y con qué fines. (Presidencia de la República 1997), el decreto anterior fue modificado por el Decreto Nacional 2858 de 1981.

Ley 373 de 1997

Establece “el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico”(Congreso Colombiano 1977).

Decreto 3102 de 1998

“Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.”(Presidencia de la República 1997) E indica las Obligaciones de los constructores y urbanizadores. La cual es que “todas las solicitudes de licencias de construcción y/o urbanismo y sus modalidades, deberán incluir en los proyectos, la utilización de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.”(Presidencia de la República 1997)

Resolución 3957 de 2009

"Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital".(Secretaría Distrital de Ambiente 2009). En la misma se describe cuales serán los instrumentos usados para el control ambiental y realizar un adecuado registro del vertimiento de las aguas residuales generadas en la ciudad de Bogotá D.C.

3.6.3 Normativa del Suelo, Espacio Público y Residuos Sólidos.

A continuación se encuentran las leyes relacionadas con los escombros y residuos sólidos en una construcción y se hallan condiciones específicas relacionadas con

el lugar en el cual se mantendrán dentro de la obra, el transporte y la disposición final correcta de los mismos, también existe un aparte en el cual se determina cual debe ser el tratamiento adecuado que se le dará a cualquier vehículo que ingrese a la obra y las condiciones en las cuales se deben transportar materiales y residuos, todo lo demás para reducir los daños que se podrían dar en el medio ambiente de no ser responsables con la correcta disposición de los residuos producto de las actividades humanas.

Decreto 605 de 1996

“El presente Decreto establece normas orientadas a regular el servicio público domiciliario de aseo en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades y calidad y al régimen de las entidades prestadoras del servicio y de los usuarios.”(Presidencia de la República 1996).

Decreto 357 de 1997

Este decreto regula el manejo, transporte y disposición final de de los residuos producidos en construcción en escombreras municipales o estaciones de transferencia (Alcalde Mayor de Bogotá 1997).

Resolución 541 de 1994

“Se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.”(Ministerio del Medio Ambiente 1994). De la presente resolución es importante rescatar los siguientes numerales, En cuanto a transporte, Numeral 3 “Es obligatorio cubrir la carga transportada con el fin de evitar dispersión de la misma o emisiones fugitivas. La cobertura deberá ser de material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor o platón, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo

menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o platón” (Ministerio del Medio Ambiente 1994), En materia de cargue, descargue y almacenamiento, Numeral 2a, “El espacio público que vaya a utilizarse para el almacenamiento temporal de los materiales y elementos para la construcción, adecuación, transformación o mantenimiento de obras públicas, deberá ser debidamente delimitado, señalizado y optimizado al máximo se uso con el fin de reducir las áreas afectadas.”(Ministerio del Medio Ambiente 1994), Numeral 3b “Los sitios, instalaciones, construcciones y fuentes de material deberán contar dentro de los límites del inmueble privado, con áreas o patios donde se efectúe el cargue, descargue y almacenamiento de este tipo de materiales y elementos y con sistemas de lavado para las llantas de los vehículos de carga, de tal manera que no arrastren material fuera de esos límites, con el fin de evitar el daño al espacio público. El agua utilizada deberá ser tratada y los sedimentos y lodos residuales deberán ser transportados, reutilizados o dispuestos de acuerdo con las regulaciones ambientales vigentes sobre la materia.”(Ministerio del Medio Ambiente 1994), Numeral 4 “En los sitios seleccionados como lugares de almacenamiento temporal, tanto para obras públicas como privadas, no deben presentarse dispersiones o emisiones al aire de materiales; no deben mezclarse los materiales a que hace referencia esta resolución con otro tipo de residuos sólidos, líquidos o gaseosos; y cuando los materiales almacenados sean susceptibles de producir emisiones atmosféricas, ya sean o no fugitivas, deberán cubrirse en su totalidad o almacenarse en recintos cerrados.”(Ministerio del Medio Ambiente 1994).

Acuerdo 417 de 2009

“La finalidad del presente Acuerdo es la de reglamentar en el Distrito Capital el Comparendo Ambiental como instrumento de cultura ciudadana, sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del

medio ambiente y la salud pública, mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas Naturales o Jurídicas, que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos, así como propiciar el fomento de estímulos a las buenas prácticas ambientalistas.”(Consejo de Bogotá 2009).

3.6.4 Normativa del Aire

En este aparte se encontraran todas las leyes relacionadas con la protección y conservación de la audición y la salud de las personas, así como también las normas para la protección y la calidad del aire como tal, en esta última es posible encontrar estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmosfera, estudios

Resolución 8321 de 1983

“Está relacionada con las normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos”(Ministerio de Salud 1983), así como de métodos de medición y la clasificación de cada una de las zonas según su nivel de ruido.

Decreto 948 de 1995

“El presente Decreto contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire, de alcance general y aplicable en todo el territorio nacional, mediante el cual se establecen las normas y principios generales para la protección atmosférica, los mecanismos de prevención, control y atención de episodios por contaminación del aire generada por fuentes contaminantes fijas y móviles, las directrices y competencias para la fijación de las normas de calidad del aire o niveles de inmisión, las normas básicas para la fijación de los estándares de emisión y descarga de contaminantes a la atmósfera, las de emisión de ruido y olores ofensivos, se regulan el otorgamiento de permisos de emisión, los

instrumentos y medios de control y vigilancia, el régimen de sanciones por la comisión de infracciones y la participación ciudadana en el control de la contaminación atmosférica.”(Presidente de la República 1995)

“El presente Decreto tiene por objeto definir el marco de las acciones y los mecanismos administrativos de que disponen las autoridades ambientales para mejorar y preservar la calidad del aire; y evitar y reducir el deterioro del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana ocasionados por la emisión de contaminantes químicos y físicos al aire; a fin de mejorar la calidad de vida de la población y procurar su bienestar bajo el principio del Desarrollo Sostenible.”(Presidente de la República 1995).

Este decreto realiza una clasificación de los diferentes contaminantes atmosféricos, así: “Son contaminantes de primer grado, aquellos que afectan la calidad del aire o el nivel de inmisión, tales como el ozono troposférico o smog fotoquímico y sus precursores, el monóxido de carbono, el material particulado, el dióxido de nitrógeno, el dióxido de azufre y el plomo. Son contaminantes tóxicos de primer grado aquellos que emitidos, bien sea en forma rutinaria o de manera accidental, pueden causar cáncer, enfermedades agudas o defectos de nacimiento y mutaciones genéticas. Son contaminantes de segundo grado, los que sin afectar el nivel de inmisión, generan daño a la atmósfera, tales como los compuestos químicos capaces de contribuir a la disminución o destrucción de la capa estratosférica de ozono que rodea la Tierra, o las emisiones de contaminantes que aún afectando el nivel de inmisión, contribuyen especialmente al agravamiento del "efecto invernadero", o cambio climático global.”(Presidente de la República 1995).

Resolución 601 de 2006

“Establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional”(Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2006), esta

determina los procedimientos de medición de la calidad, y establece programas de reducción de la contaminación, tales como: “Ampliación en cobertura de áreas verdes, Control a la re suspensión de material particulado, Fortalecimiento de la educación ambiental, investigación y desarrollo tecnológico, Establecimiento de pautas para la planeación del territorio, teniendo en cuenta el comportamiento y dispersión de los contaminantes monitoreados.”(Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2006), entre otros.

3.6.5 Normativa de los Aspectos Bióticos

A continuación las presentes leyes buscan conformar una serie de normas legales que permitan promover el desarrollo forestal sostenible, estableciendo las áreas destinadas a la tala de árboles, y a conservación forestal.

Ley 1021 de 2006

“La presente ley tiene por objeto establecer el Régimen Forestal Nacional, conformado por un conjunto de normas legales y coordinaciones institucionales, con el fin de promover el desarrollo sostenible del sector forestal colombiano en el marco del Plan Nacional de Desarrollo Forestal. A tal efecto, la ley establece la organización administrativa necesaria del Estado y regula las actividades relacionadas con los bosques naturales y las plantaciones forestales.” (Congreso Colombiano 2006)

Decreto 1791 de 1996

“Se establece el régimen de aprovechamiento forestal”(Presidencia de la República 1996), así como la clasificación de la industria relacionada con la explotación forestal y los requisitos que esta debe cumplir. (Presidencia de la República 1996)

3.6.6 Normativa de los Aspectos Sociales

Decreto 614 de 1984

“El presente Decreto determina las bases de organización y administración gubernamental y, privada de la Salud Ocupacional en el país, para la posterior constitución de un Plan Nacional unificado en el campo de la prevención de los accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo y en el del mejoramiento de las condiciones de trabajo.”(Presidente de la República 1984)

3.7 Norma LEED

El Liderazgo en el Diseño Energético y Medioambiental (*Leadership in Energy & Environmental Design*) es un sistema que es el primer líder para diseñar, construir y certificar los edificios verdes en el mundo (Consejo de construcción verde de España 2011).

Fue creado por el científico Robert K. Watson en 1994 el cual reunió un comité especialmente encargado para la discusión de temas LEED, bajo la dirección del Consejo de la Defensa de los Recursos Naturales (*Natural Resources Defense Council*), pero fue hasta 1996 que se creó formalmente el comité técnico para LEED (De León & J. G. Ruiz 2009).

Entonces, el desarrollo de la organización LEED fue avanzando en el periodo comprendido entre 1996 y 2006. En el último año ya constaba con un sistema global de seis normas para el proceso de diseño, construcción y certificación (De León & J. G. Ruiz 2009).

Los objetivos principales para la creación de LEED fueron los siguientes: proporcionar un estándar de medición para definir “verde” a una edificación; usarlo como una guía de diseño integrado; reconocer nuevos líderes con ideas innovadoras que brinden beneficios medioambientales, económicos y sociales;

estimular la competencia verde; establecer un valor de mercado ambientalmente amigable con marca nacional reconocible y finalmente transformar la industria de la construcción (Consejo de construcción verde de España 2011).

Existen varios sistemas de evaluación dependiendo del uso y complejidad de los edificios. Si bien inicialmente enfocada a edificios de nueva planta, con posterioridad se han desarrollado otros sistemas de evaluación para obras de acondicionamiento interior (LEED for Commercial Interiors) o para edificios en funcionamiento (LEED Operations and Maintenance). Estos estándares van evolucionando a lo largo del tiempo, con un criterio de mejora continua enfocado a ir aumentando progresivamente el grado de exigencia, en paralelo a la mejora de los aspectos relacionados con la sostenibilidad en la industria de la edificación. En el año 2009 se fijaron los siguientes estándares (USGBC 2011a).

Green Building Design & Construction

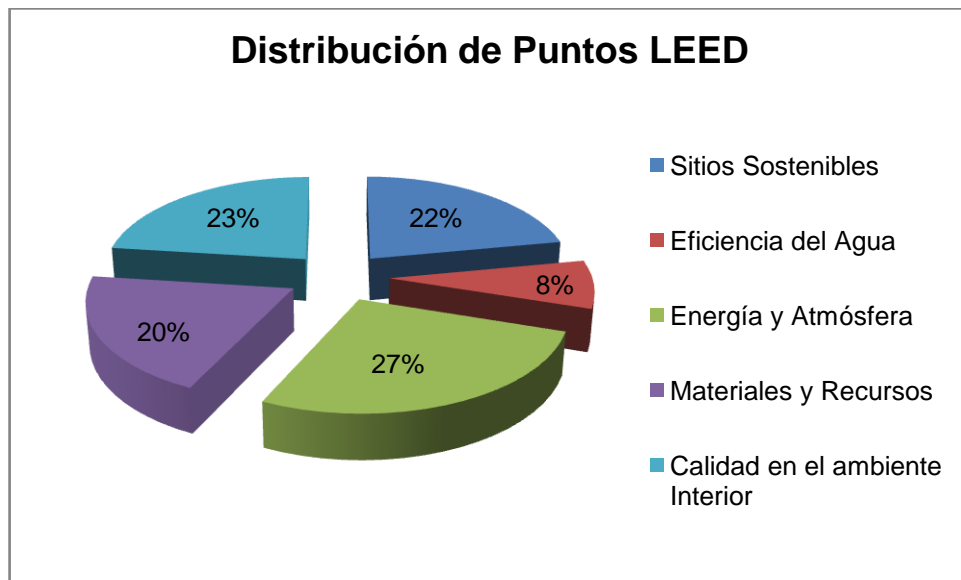
- LEED for New Construction and Major Renovations
- LEED for Core & Shell Development
- LEED for Schools
- LEED for Retail New Construction

En este trabajo se investiga la inversión adicional requerida, tanto en costos directo como en costos indirectos de un edificio que aspira a la certificación plata de hotel y oficinas LEED para Core and Shell, que es un sistema de construcción ecológica que fue diseñado para proporcionar un conjunto de criterios de desempeño para la certificación del diseño sostenible basándose únicamente en la optimización de la piel (Core o fachada) y de las áreas comunes que se encuentren en el interior (Shell o corazón).

3.8 Certificación LEED

El sistema de certificación LEED se basa en el análisis y validación por parte de un agente independiente, el US Green Building Council (USGBC), de una serie de aspectos de cada proyecto relacionados con la sostenibilidad (USGBC 2011a).

Consiste en otorgar puntos en las cinco categorías establecida por LEED (Sitios sostenibles, eficiencia del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos y calidad en el ambiente interior) distribuidos según la Gráfica 1.



Gráfica 1. Distribución Puntos LEED

Actualmente en Bogotá se están desarrollando cada día más edificios que se rigen bajo la norma LEED, y específicamente con el sistema de Core and Shell (ver Tabla 2)

Tabla 2. Poyectos LEED en Bogotá actualmente(USGBC 2011b)

ProjectName	Street	City	Country	LEEDSystem
Oxo 69 Centro Empresarial y Hotelero	Cra 7	Bogota	CO	LEED CS 2.0
T3- Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo	Avenida 26 59-51	Bogota	CO	LEED CS 2.0
Centro Comercial La Felicidad	Av Boyacá-Calle 13	Bogota	CO	LEED-CS v2009
Earthly Bosque Empresarial	Av. Calle 26#69-76	Bogota	CO	LEED-CS v2009
Green Office Corporativo Pijao	Cra 11	Bogota	CO	LEED-CS v2009
Panoramic Eco Business Club	Transversal 23 # 94a-01	Bogota	CO	LEED-CS v2009
URBAN PLAZA	CALLE 90 CARRERA 11	Bogota	CO	LEED-CS v2009
World Business Center	Av. Ciudad De Cali # 51-6	Bogota	CO	LEED-CS v2009

4. ANÁLISIS DE COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS Y BENEFICIOS EN LOS CRÉDITOS OBJETIVO LEED DEL PROYECTO TIERRA FIRME.

4.1 SITIOS SOSTENIBLES

Esta categoría consta de un prerrequisito y ocho créditos distribuidos en sub categorías que en conjunto se puede obtener 14 puntos que contribuyen a obtener el tipo de certificación del edificio. Este capítulo (SS) incluye tanto asuntos fuera del edificio, así como edificios aledaños al proyecto, la tierra donde se desarrollará el mismo y la comunidad alrededor (Haselbach 2009, cap.2).

La categoría de Sitios sostenibles tiene como propósito seleccionar el lugar ideal para la construcción del edificio, con responsables e innovadoras estrategias que tienen en cuenta las plantas, animales, el agua y la calidad del aire. Se busca además no intervenir zonas naturales, sino más bien encontrar sitios previamente desarrollados donde se pueda recuperar un terreno considerado como área contaminada. Además, cubre aspectos como situar la edificación en una zona de alta densidad de población, lo que estaría garantizando el fácil acceso al transporte público, así como la accesibilidad a servicios de primera necesidad, como lo son los bancos y los supermercados, sin recurrir al uso del automóvil (Londoño 2009).

Por otro lado, si el edificio está construido en un área urbana, se toman medidas para que la luz interior no afecte el hábitat nocturno, y para que no se incremente el efecto isla de calor producido por los techos y los parqueaderos, utilizando como alternativa cubiertas ecológicas o verdes.

Finalmente el lugar final del proyecto debe satisfacer tanto a los consumidores, en este caso los humanos, como al medio ambiente en donde se puedan desarrollar las prácticas sustentables para el cual fue diseñado.

4.1.1 SS PRERREQUISITO 1. Prevención de Polución durante la construcción.

Objetivo

Reducir la contaminación durante y después de la construcción para minimizar los impactos en áreas cercanas en cuanto a la calidad del aire y el uso del agua (Haselbach 2009, cap.2).

Requerimientos:

Estrategia:

El proyecto actualmente se encuentra en la etapa de cimentación y el manejo que se le dio para el control de la polución fue ubicar en la entrada sur una especie de polisombra azul con la cual se cubren las alcantarillas, antecedidas por un drenaje francés el cual se hizo con un geotextil con graba adentro. Eso ayuda a mitigar la polución que pueda pasar por dentro, evitando que ésta vaya a parar directamente al alcantarillado; se realiza un lavado de las llantas de los camiones (Figura 4), a la salida de la obra con el fin de evitar que de éstos se desprendan partículas sedimentables, que ocasionan el taponamiento de los canales y la contaminación de los cuerpos de agua por escorrentía; también se exige que los materiales que llegan a la obra lo hagan completamente cubiertos con una tela que impida la dispersión del material durante el recorrido. Además de las medidas anteriormente mencionadas se construyó un cárcamo con un tanque sedimentador y un tanque de grasas, en donde se almacenan los desechos que producen en la obra. A los tanques se les realizan mantenimientos diarios, si es necesario, al igual que a los sistemas de drenaje (Figura 5). Los lodos que quedan como residuo se disponen

en una escombrera autorizada en donde se les hacen controles de entrada del material a desechar por medio de certificaciones en donde indiquen la cantidad de m³ que entraron (Ramírez 2011a)



Figura 4. Lavado de llantas de mezcladoras de concreto(Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011)



Figura 5. Mantenimiento del drenaje francés y del tanque de grasas(Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011)

Genera o no una inversión adicional?

Sí, porque las exigencias de la EPA 2003 en el permiso general de construcción el cual se debe gestionar antes esa entidad, es más estricto que la normativa colombiana la cual, no contempla dentro de La Resolución 541 de 1994, estrategias de crear e implementar un plan de manejo ambiental donde se prevenga la pérdida de suelo durante la construcción por la salida de corrientes de agua y/o erosión del viento y proteger y almacenar la tierra vegetal que se extrae del descapote para su reutilización.

Por otro lado la Resolución mencionada anteriormente contempla algunos de los requerimientos establecidos por la EPA, los cuales son:

1. Prevenir la sedimentación de canales de aguas lluvias o de corrientes receptoras.
2. Prevenir la polución del aire con polvo y partículas contaminantes.

Por todo lo anterior, se puede decir que la normativa colombiana, no es más estricta que los lineamientos establecidos por la EPA y por esa razón se basa el plan de manejo ambiental de la obra en la misma.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

La tierra orgánica que se extrae en el proceso de descapote del terreno, es una tierra biológicamente activa que contiene materia orgánica y nutrientes que sirven para que plantas nativas se puedan desarrollar ahí. La pérdida la capa vegetal reduce la habilidad del suelo a desarrollar vida vegetal, además de regular el flujo del agua y mantener la biodiversidad de microorganismos e insectos.

Por otro lado, la erosión trae consecuencias en la calidad del agua, debido a que se puede contaminar de sedimentos y polución además de un exceso de nutrientes como lo son el nitrógeno y el fósforo, lo cuales producen eutroficación

que causa el crecimiento de plantas como algas que alteran la calidad del agua así como las condiciones de éste hábitat (USGBC 2009, pág.6).

La sedimentación contribuye a la degradación de los cuerpos de agua y los cuerpos acuáticos ya que causan turbiedad. Ésta reduce la penetración de los rayos solares lo que impide el proceso de fotosíntesis en la vegetación acuática, y en consecuencia se disminuyen los niveles de oxígeno haciendo imposible la supervivencia de comunidades acuáticas.

Finalmente, la contaminación en el aire, como lo es el polvo que se crea por la actividad de la construcción tienen un alto impacto en la salud de los humanos, así como impactos ambientales. Algunas de las consecuencias por la inhalación de partículas de polvo suspendidos en el aire incluyen problemas de asma, bajo desempeño en los pulmones y la dificultad para respirar, además que éstas partículas pueden recorrer grandes distancias lo que pueden llegar a contaminar cuerpos de aguas (USGBC 2009, pág.6).

- Económicos

El control de la erosión y la sedimentación es un requisito que se incluye en el código Colombiano para la mayoría de áreas locales. Con el cumplimiento de éste se puede ahorrar en futuras medidas de mitigación para la conservación del agua.

4.1.2 SS CRÉDITO 1: Selección del sitio.

1 punto

Objetivo:

Evitar desarrollar un proyecto en sitios inapropiados y reducir el impacto ambiental desde la localización del edificio en un sitio (USGBC 2009).

Estrategia:

El criterio que se utilizó para la selección del sitio fue por localización estratégica de oficinas en la ciudad de Bogotá, como es el complejo empresarial se Santa Bárbara, ubicado entre la carrera séptima y la avenida novena y limitando con avenida calle 116 y la calle 113 como se puede observar en la Figura 6. Este lugar contó con la oportunidad de restaurar un terreno contaminado o denominado “brownfield”, porque en el lote se encontraba una estación de gasolina (Bravo 2011).

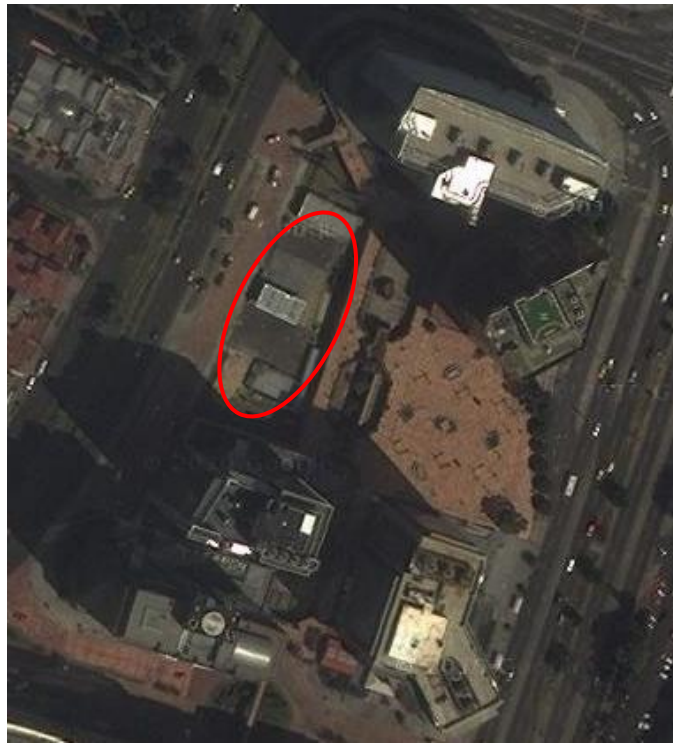


Figura 6. Ubicación del proyecto Tierra firme en el Complejo Empresarial de Santa Bárbara (Fuente: Google Earth)

Genera o no una inversión adicional?

No, porque el sitio fue escogido por su característica de lote urbano, el cual no requiere ningún tipo de adecuación adicional y por lo mismo cuenta con todos los servicios públicos e infraestructura local.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

La escogencia del lugar tiene que ser creativa y estratégicamente ideada, esto con el fin de integrar ambientes naturales a edificios que se encuentren alrededor, además de proveer una gran conexión entre construcción y naturaleza, que minimiza así impactos por sitios no muy bien distribuidos.

La preservación de hábitats es el principal objetivo de éste crédito ya que contribuye así a un desarrollo sostenible, preocupándose no solo del crecimiento de las ciudades sino también de tener en cuenta la biodiversidad (USGBC 2009, pág.18).

- Económicos

La selección apropiada del sitio puede reducir el riesgo de daño debido eventos naturales como lo son deslizamientos, inundaciones y la erosión del suelo.

A largo plazo se puede incrementar el costo del inmueble (USGBC 2009, pág.18), valorizando la propiedad por la accesibilidad a todos los servicios de primera necesidad.

4.1.3 SS CRÉDITO 2: Densidad y conectividad.

5 puntos

Objetivo:

Conectar el desarrollo a las áreas urbanas con infraestructura existente, proteger las zonas verdes cultivables y preservar el hábitat y los recursos naturales (De León & J. G. Ruiz 2009, pág.43).

Estrategia:

El lote cumple a cabalidad el crédito debido a que se encuentra en una zona en la cual la densidad de población es evidentemente muy alta debido, a que esta en un centro empresarial, y cruzando la avenida novena entramos a la zona residencial del barrio, Santa Bárbara. Además cumple con tener más de diez servicios básicos, los cuales son: la clínica Santa Fe en el costado norte del proyecto, el centro comercial Hacienda Santa Bárbara, el cual cuenta con diversos locales comerciales, bancos, supermercados, y a 5 minutos caminando por la carrera séptima saliendo del proyecto, encontramos la Notaría 31, y el Cade, en cual es posible realizar trámites relacionados, con fallas en los servicios públicos domiciliarios(Ramírez 2011a).

Genera o no una inversión adicional?:

No, ya que al ser este un sitio estratégico, los propietarios habrían construido el proyecto siendo este un edificio ambientalmente amigable cumpliendo los estándares establecidos por LEED o no(Ramírez 2011a).

Beneficios y aspectos a considerar:

La expansión urbana mejora la calidad de vida de las personas debido a que se desarrollan patrones de vida urbana sustentables, lo que crea comunidades estables e interactivas.

- Ambientales:

Considerar la proximidad al transporte y los servicios comunitarios. El desarrollo local en donde se pueda acceder de forma peatonal a los servicios básicos reduce el impacto que produce el transporte, como lo es la polución y las emisiones de gases efecto invernadero a la atmosfera, mejora la productividad de los ocupantes del edificio, ya que se reduce el tiempo que se emplea manejando y encontrando parqueadero y aumenta la actividad física de los ocupantes mejorando la salud de los mismos (USGBC 2009, pág.25).

Por otro lado, el desarrollo urbano afecta todas las áreas del proyecto como la selección del sitio, planeación del transporte, densidad del edificio, y el manejo de las aguas lluvias.

- Económicos

Se pueden obtener beneficios económicos en cuanto al desarrollo de nueva infraestructura como lo son los caminos, vías, parqueaderos, etc. Por otro lado un sitio urbano requiere de costos adicionales comparados con los suburbios debido a que en sitios construidos se genera suelos contaminados, entre otros problemas (USGBC 2009, pág.25).

4.1.4 SS CRÉDITO 3: Desarrollo de terrenos contaminados.

1 punto

Objetivo:

Rehabilitar sitios dañados donde el desarrollo es complicado por la contaminación ambiental y reducir la presión de los terrenos no desarrollados(USGBC 2009).

Estrategia:

El lugar en el cual se está realizando el proyecto, pertenecía a una petrolera, la cual tenía en la zona una bomba de gasolina. Cuando se procedió a la extracción de los tanques usados por la misma, la compañía encargada de la bomba hizo un estudio de impacto ambiental donde se determinó el grado de contaminación que quedó en el terreno, se encontró una porción de suelo contaminada la cual se remedió y además se contó con una interventoría la cual certificó que el terreno quedó libre de materiales tóxicos, esos resultados fueron recolectados por los dueños del proyecto (Ramírez 2011b).

Genera o no una inversión adicional?:

No, porque los costos de desmantelamiento y estudios de la condición del suelo fueron asumidos por la persona jurídica propietaria de la estación de servicio, según lo determina la Resolución 1170 de 1997, específicamente en los artículos 44 y 45 en donde hablan de la limpieza del suelo, *“El cese de actividades en un predio anteriormente empleado como sitio de distribución y almacenamiento de combustibles, obliga al propietario o representante legal de la estación de servicio o de los establecimientos afines, a incluir la verificación del estado ambiental del suelo y subsuelo a una cota de un metro por debajo de la cota inferior del foso del tanque de almacenamiento, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 40 de la presente Resolución”* (Departamento Administrativo del Medio Ambiente 1997), y de las destrucciones de los sistemas de almacenamiento y conducción de combustible, *“Es obligatoria la destrucción o inutilización de todos los componentes manufacturados susceptibles de encontrarse contaminados con hidrocarburos o sustancias de interés sanitario, que sean retirados de la estación de servicio o instalaciones afines y que no se encuentran en condiciones operativas”* (Departamento Administrativo del Medio Ambiente 1997).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

Muchos de los sitios potenciales para desarrollar edificios en locaciones urbanas han sido abandonados porque tienen contaminación previa de actividades industriales o municipales. Estos sitios pueden ser remediados y reutilizados para que tengan un nuevo desarrollo. Los esfuerzos para la remediación de esos terrenos, remueven materiales peligrosos de los suelos del terreno y del agua subterránea y reducen la exposición de la polución del medio ambiente y de riesgos que comprometan la salud de humanos y animales. El desarrollo nuevo que se le da a un terreno contaminado provee alternativas para convertirlo en un terreno verde donde se preserven áreas para futuras generaciones y disminuir el

impacto ambiental general que se ocasiona por el desarrollo (USGBC 2009, pág.36).

- Económicos

La remediación de terrenos abandonados puede ser costosa e intensiva si se requiere caracterizar el tipo de contaminación existente en el terreno, evaluar las opciones de limpieza y el desarrollo de las actividades para la misma.

De igual forma, los terrenos abandonados pueden ser locaciones atractivas menos costosas que terrenos nuevos no intervenidos (USGBC 2009, pág.36).

4.1.5 SS CRÉDITO 4.1: Acceso a transporte público.

6 puntos

Objetivo:

Reducir la contaminación y los impactos del desarrollo del lugar por el uso del automóvil (USGBC 2009, pág.41).

Estrategia:

El proyecto cuenta con tres vías principales, la carrera novena, la carrera séptima la avenida-calle 116, las cuales ofrecen múltiples opciones de desplazamiento a cualquier zona de la ciudad, para los futuros ocupantes del proyecto (Ramírez 2011a).



Figura 7. Rutas disponibles en los alrededores del proyecto (Fuente: Google Earth)

Genera o no una inversión adicional?

No, debido a que la Secretaría de Movilidad de Bogotá, proporcionó las rutas específicas que pasan por la zona por correo sin ningún costo adicional.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

El uso de los automóviles con un solo ocupante, y su fuerte dependencia con el petróleo, contribuyen a problemas ambientales, tales como la demanda de energía debido al transporte, el cual está asociado a las emisiones de gases efecto invernadero, además de la demanda de parqueaderos para estacionar los vehículos, sitios que podrían ser utilizados como espacios verdes de los edificios existentes.

El transporte público hace un uso más eficiente del combustible que los vehículos privados, debido a que ahorran 45 millones de barriles de petróleo anualmente. Otro beneficio está asociado con la reducción de la necesidad de infraestructura

para su estacionamiento. Las facilidades de estacionamiento de vehículos convencionales afecta el medio ambiente porque, debido a que las superficies de estos sitios son impermeables, como el asfalto, aumentan la escorrentía de agua pluvial y contribuyen a los efectos de isla de calor urbano (USGBC 2009, pág.42).

- Económicos

Los edificios que tienen proximidad al transporte masivo incrementan su valorización y su posibilidad de comercialización. Para los ocupantes de estos edificios, los costos asociados con el transporte hacia y desde el lugar de trabajo pueden ser significativamente reducidos por el acceso al transporte público. No solo es un beneficio económico para los ocupantes del edificio, sino también ayuda a los empresarios y dueños de negocios a atraer y retener empleados para sus empresas

Reducir el tamaño de los parqueaderos basados en los usos anticipados del transporte público, minimiza los costos de operación y mantenimiento de éstos (USGBC 2009, pág.42).

4.1.6 SS CRÉDITO 4.2: Facilidades para bicicletas.

1 punto

Objetivo

Reducir la polución y los impactos del desarrollo del lugar por el uso del automóvil (USGBC 2009, pág.49). Además busca fomentar el uso de las bicicletas como alternativa de transporte ya que es un medio ambientalmente sano que no genera contaminación al aire.

Estrategia:

Según el Decreto POT 190 de 2004, "Para todos los usos, por cada 2 estacionamientos privados o de visitantes, se deberá prever un cupo para el

estacionamiento de bicicletas, cuyas dimensiones serán reglamentadas por el D.A.P.D, los cuales se localizarán dentro del área privada garantizando condiciones de seguridad”, pero en este proyecto se dispuso una zona de parqueo para ciclousuarios, que cuenta con facilidad de lockers y área de duchas y vestieres, y además por cada 27.8 m² se proporcionara un espacio para el parqueo de bicicletas que es equivalente al 3% de sus ocupantes, en el área anteriormente mencionada (Garrido 2011).

Genera o no una inversión adicional?

No, porque el valor constructivo es relativamente bajo comparado con el costo del proyecto en general por lo tanto no se considera una inversión adicional(Rodríguez 2011).

Así mismo, en comparación con un edificio tradicional, la facilidad del estacionamiento de bicicletas se debe cumplir según las disposiciones del decreto anteriormente mencionado, incluyendo una ubicación tal que cumpla con los estándares estipulados por LEED los cuales dicen que las áreas para cambiarse en el edificio deben estar a no menos de 200 yardas (182 m) de la entrada del mismo para el 0,5% de los ocupantes de tiempo completo del edificio. Por todo lo anterior se convierte entonces este crédito en un costo de oportunidad ya que el propietario deja de recibir ganancia por el espacio destinado a estacionamientos (Rodríguez 2011).

Al contrario que un edificio tradicional, LEED dispone una serie de facilidades para los ciclousuarios tales como duchas, y lockers lo cual invita a cambiar el modo de movilizarse por uno más económico y saludable, que en comparación con los parqueaderos de bicicletas que se dejan por norma colombiana no proponen esta serie de oportunidades haciendo poca atractiva a la idea de cambiar el modo de transporte.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

Los efectos en el medio ambiente por el uso del automóvil incluyen las emisiones de gases que contribuyen al smog y a la polución, así como impactos ambientales por la extracción de aceite y refinación del petróleo. Utilizar la bicicleta como uso alternativo personal de vehículo ofrece muchos beneficios medioambientales: no produce emisiones, no tiene demanda de combustible derivado del petróleo, alivia congestiones de tráfico, reduce la polución que se genera por el ruido, y requiere menos espacio para su almacenamiento o parqueo.

La bicicleta es más comúnmente usada para recorridos relativamente cortos, que si se hacen con un vehículo tradicional, genera mayores emisiones ya que éstas ocurren en los primeros minutos de conducción (USGBC 2009, pág.51).

- Económicos

Los costos del almacenaje de las bicicletas en los edificios, los cambiadores y las duchas son relativamente bajo comparado con el costo del proyecto en general. Cuando se asigna un espacio para acomodar las bicicletas, los ocupantes pueden desarrollar estrategias para mejorar la salud como lo es montar en bicicleta y caminar, además estas actividades fomentan la interacción entre los vecinos del barrio y permitir disfrutar las áreas en las vías destinada para los transeúntes (USGBC 2009, pág.51).

4.1.7 SS CRÉDITO 4.4: Capacidad de parqueo, transporte alternativo.

2 puntos

Objetivo:

Reducir la polución y los impactos del desarrollo del lugar por el uso del automóvil (USGBC 2009, pág.71), para cumplir con el objetivo es necesario proveer un número máximo de parqueos que se ajuste estrictamente a lo necesario del proyecto ya que si se construyen más parqueadero se incita a llegar en carro y no a pie o en transporte masivo (Lista de Créditos LEED Edificio Tierra Firme 2011).

Estrategia:

Se construirá el mínimo número de parqueos establecidos, los cuales se determinaron con la Resolución 0879 de 1994 que dice “*Un cupo de parqueo por cada 50m² de área vendible*” y además el edificio cuenta con una serie de parqueos adicionales para visitantes proporcionados por el complejo empresarial. Por otro lado el hotel contará con 70 cupos de estacionamiento, más un área de descargue, 8 cupos para taxis y 10 para motos(Garrido 2011).

Genera o no una inversión adicional?

No, debido a que es un número estricto de estacionamientos destinado a los ocupantes y visitantes del edificio y este sería igual para un edificio de esta categoría que no estuviera diseñado bajo los estándares LEED (Garrido 2011).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

Reducir el uso del carro particular ahorra energía y evita problemas asociados con el medio ambiente, tales como las emisiones que contribuyen al smog, polución del aire, GEI, a la vez con los impactos que trae la extracción del petróleo y su

proceso de refinería. Los beneficios ambientales que se generan por el uso de furgonetas son significativos, por ejemplo, si 100 personas se transportasen en estos vehículos, se prevendrían la emisión de por lo menos 360 Kg de dióxido de carbono por día y se ahorraría la taqueada de 50 galones de gasolina.

Las facilidades en el estacionamiento también tienen impactos ambientales negativos porque las superficies de asfalto incrementan la escorrentía de agua pluvial y contribuye al efecto de isla de calor urbano. Al restringir el tamaño de los parqueaderos y promover el uso de las furgonetas o carros compartidos reduce tales efectos y provee grandes beneficios así como más espacio verde (USGBC 2009, pág.73).

- Económicos

El uso compartido de carros o furgonetas reduce el área de parqueaderos necesarios para suplir la capacidad de los ocupantes del edificio. Esto se traduce en reducción de los costos del edificio ya que se necesita menos terreno para estacionamientos y menos infraestructura para soportar los vehículos. Por otro lado, menos carros en las vías significan menos polución, menos congestiones de tráfico y menos desgaste de las carreteras (USGBC 2009, pág.73).

4.1.8 SS CRÉDITO 5.1: Desarrollo del lugar - protección o restauración del hábitat.

1 punto

Objetivo:

Conservar las áreas naturales existentes y restaurar las áreas dañadas para proveer hábitat a especies nativas y promover la biodiversidad (USGBC 2009).

Estrategia:

Para restaurar el hábitat que se encontraba previamente en el proyecto se construirán y adecuaron terrazas verdes, jardines y cubiertas verdes, en donde se instalará pasto o plantas que sean especies nativas de Bogotá, las cuales deberán contar con un sistema constructivo especial, que evite el paso del agua que riega estos espacios a través de la placa inferior, evitando así la generación de humedades. Un esquema de la construcción de una cubierta verde se muestra en la Figura.

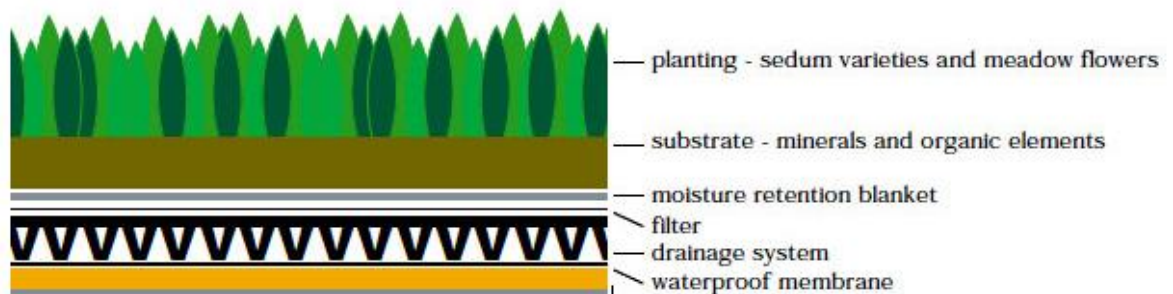


Figura 8. Modelo de cubierta verde dispuestos en cubiertas y terrazas (Roomworks 2011)

Genera o no una inversión adicional?

Si, debido a que el diseño de este tipo de elementos requiere de un conocimiento especializado, además de mano de obra calificada para su adecuación, así mismo se requiere materiales especiales para un óptimo desempeño.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

Las áreas naturales proveen importantes servicios ecológicos, incluidos los efectivos y naturales manejos de los volúmenes de aguas lluvias. El daño ecológico que se le hace al medio ambiente al construir edificios, puede ser mitigado restableciendo vegetación nativa que se adapte nuevamente y que se convierta en un hábitat para la fauna local. Se pueden incluir elementos naturales, más allá de la vegetación, que mantengan o restauren la integridad ecológica del

sitio, como por ejemplo los cuerpos de agua, rocas expuestas y suelo entre otros. Establecer límites estrictos de las zonas verdes durante la construcción reduce el daño a éstas áreas y ayuda a preservar el hábitat de los animales y las plantas así como las migraciones de ciertas especies (USGBC 2009, pág.78)

- Económicos

La plantación de vegetación nativa o adaptada requiere menos mantenimiento que las que no lo son, y reducen los costos sobre el ciclo de vida del edificio ya que minimiza la necesidad de utilizar fertilizantes, pesticidas e irrigación. En muchos casos, los árboles y otro tipo de vegetación que crece fuera de su lugar de origen no sobreviven la trasplantación además de ser muy costoso su traslado. Adicionalmente árboles y en general la jardinería, así como el suelo mejorado serán sobrecostos iniciales del proyecto. Para distribuir los costos con el tiempo, puede ser ventajoso implementar sitios de restauración en fases. La plantación estratégica puede brindarle beneficios al edificio como sombra, la cual puede enfriar el edificio en los meses de verano así como reducir gastos de energía. Si las cubiertas verdes son usadas para cumplir el requisito, los costos en la energía son generalmente disminuidos debido a sus propiedades aislantes (USGBC 2009, pág.78).

4.1.9 SS CRÉDITO 5.2: Desarrollo del lugar: maximizar zonas verdes.

1 punto

Objetivo:

Proporcionar un alto porcentaje de espacio abierto para promover la biodiversidad (USGBC 2009).

Estrategia:

Este crédito se encuentra cubierto antes de la construcción del edificio ya que el proyecto cuenta con el área comunal de jardines proporcionada por el complejo.

Además los espacios verdes contemplados para este crédito exceden un 25% el área exigida por LEED con el fin que si en el futuro se requiere algún tipo ampliación, para maquinas en esa zona, se pueda realizar sin problemas y no se pierda el puntaje obtenido por el incumplir los requerimientos en el crédito (Ramírez 2011a).

Genera o no una inversión adicional?

Sí, pero la inversión requerida es la misma que se contempla, en el SS CRÉDITO 5.1 Desarrollo del lugar - protección o restauración del hábitat. Ya que es allí donde se estudia, diseña y ejecuta la construcción de este tipo de áreas.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

Los espacios abiertos proveen hábitat para la vegetación y la vida silvestre. Hasta un espacio pequeño de zona verde en sitios urbanos pueden ser refugios para animales que fueron marginados por el desarrollo del lugar. Además, las plantas que son polinizadoras o que son el hábitat de insectos, ayudan a mantener poblaciones que se encuentran más alto en la cadena alimenticia. Por otro lado, las zonas verdes reducen el efecto isla de calor en las ciudades y también crean conexión entre los humanos y el exterior (USGBC 2009, pág.86).

- Económicos

Preservar la capa superficial del suelo y los árboles en un sitio puede reducir los costos de jardinería. Los espacios abiertos bien diseñados y pensados pueden incrementar significativamente el valor de la propiedad. Reducir la huella que deja la construcción de una estructura en un sitio dado puede tener diferentes impactos económicos. Construir una estructura vertical con los mismos metros cuadrados que los de una estructura horizontal puede agregar un pequeño porcentaje en los

costos iniciales, dependiendo del tamaño de la construcción y su uso, sin embargo, un edificio que genere menos impacto es generalmente más eficiente en el consumo de los recursos, lo cual genera como resultado una reducción de materiales y costos de energía. Un edificio compacto con infraestructura coordinada puede reducir el costo inicial del proyecto, así como las operaciones y mantenimiento (USGBC 2009, pág.86).

4.1.10 SS CRÉDITO 6.1: Diseño para aguas lluvias- control de cantidad.

1 punto

Objetivo:

Limitar la interrupción de los cursos naturales de agua reduciendo la colocación de cubiertas impermeables, permitiendo la infiltración en el sitio, y reduciendo o eliminando la contaminación del agua lluvia y en general la polución (USGBC 2009).

Estrategia:

Con los datos proporcionados por el Acueducto de Bogotá se puede estimar la cantidad de agua lluvia que caerá sobre el lote, ya que esta entidad hace investigaciones hidrológicas acerca de régimen de tormenta y cantidad de precipitación. Con toda la información anterior se pueden determinar las intensidades de las lluvias por medio de unas ecuaciones y conociendo las áreas del proyecto ya definidas en la arquitectura, más los coeficientes de escorrentía, se puede determinar el caudal que cae sobre las aéreas aferentes. A partir de eso se pueden hacer estimativos de que tanto puede durar una lluvia y determinar el caudal que podría recoger en cierto momento, de ahí se determina el dimensionamiento de los tanques para saber si se tiene la capacidad para llenarlos. Por otro lado se necesita saber que tanta área del lote va a recolectar

agua, porque si se tiene un tanque pequeño no necesita recoger agua en toda el área del proyecto (Sánchez 2011).

Genera o no una inversión adicional?

Si, debido a que se requiere la implementación de un diseño de redes más complejo y un tanque de almacenamiento con mayor capacidad, en comparación a los usados en un diseño convencional, aunque esto no se hace solamente con el fin de obtener la certificación LEED, si no con el fin de generar ahorros a largo plazo. Y garantizar un desarrollo sostenible(Sánchez 2011).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

Las aguas lluvias son la mayor fuente de contaminación de todos los tipos de cuerpos de agua. A causa del desarrollo de las ciudades, se expanden superficies impermeables como lo son las carreteras y parqueaderos los cuales producen la escorrentía de las aguas pluviales que contienen sedimentos y otros contaminantes, incluidos pesticidas, fertilizantes, fugas de fluidos de los vehículos y residuos de aparatos mecánicos. Al incrementar la escorrentía de aguas lluvias se puede llegar a sobrecargar las tuberías y alcantarillas lo que conlleva un daño en la calidad del agua ya que se mezcla con el agua residual que requiere un tratamiento para su reutilización (USGBC 2009, pág.92).

- Económicos

Si los sistemas naturales de drenaje son diseñados e implementados desde el principio de la planeación del sitio, estos se pueden integrar económicamente en el desarrollo global del proyecto. Las características para la retención de agua requieren de una inversión para el diseño, instalación y mantenimiento, estas características pueden agregar un valor significativo a servicios en el sitio, y los

costos pueden ser minimizados si los sistemas son planeados previamente en el diseño de todo el edificio. El uso de pavimentos permeables como parte de la estrategia para la infiltración del agua puede reducir la necesidad de retención de agua pluvial, además de una infraestructura que se encargue del transporte del agua almacenada. La utilización del agua reciclada para actividades como descargar los baños, podrían reducir los costos del uso de agua potable. Un análisis de la calidad del agua ayuda a determinar el volumen estimado del agua viable para su reutilización (USGBC 2009, pág.92).

4.1.11 SS CRÉDITO 6.2: Diseño para aguas lluvias- control de calidad.

1 punto

Objetivo:

Manejar los excesos de flujo de agua lluvia controlando su calidad y realizando un tratamiento adecuado para evitar ser enviada al sistema de alcantarillado (Lista de Créditos LEED Edificio Tierra Firme 2011).

Estrategia:

Después de la recolección de las aguas lluvias, éstas se llevan a un tanque en donde se les hace un tratamiento primario para que puedan suplir el agua potable usada en la descarga de los sanitarios y orinales con el objeto de disminuir el consumo de la misma (Sánchez 2011).

Este tratamiento consta de una filtración y desinfección, finalmente se le agrega un colorante con el fin de evitar conexiones erradas en el edificio y que esta agua termine en lugares en donde se requiera agua potable(Sánchez 2011).

Genera o no una inversión adicional?

Si, aunque la red de desagües es prácticamente la misma, solo que en lugar de dirigir las aguas a un colector público se dirigen a un tanque que cuenta con un

rebose que dirige las aguas al alcantarillado, pero la inversión en sí consta de un equipo adicional que cuenta con un filtro y unas bombas para el tratamiento de las aguas recolectadas y unas redes de suministro adicionales las cuales llevarán el agua a los puntos de los sanitarios (Sánchez 2011).



Figura 9. Esquema de un filtro para el tratamiento de agua (Direct Industry 2011)

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

Cuando hay áreas que son desarrolladas y urbanizadas, las superficies permeables son reducidas, que resulta en un crecimiento de la escorrentía de las aguas lluvias que son transportadas a través de canales urbanos, tuberías y sistemas de alcantarillado que reciben el agua. Esta agua contiene sedimentos y otros contaminantes que tienen efectos negativos en la calidad del agua. Además, el transporte y tratamiento de las aguas lluvias requiere una gran infraestructura municipal y mantenimiento.

Los contaminantes más comunes del agua lluvia incluye el smog, fugas de fluidos de los vehículos y residuos de aparatos mecánicos. Durante el evento de lluvia,

estos contaminantes son lavados y vertidos aguas abajo, degradando los hábitats acuáticos y disminuyendo la diversidad biológica de las especies acuáticas (USGBC 2009, pág.86).

- Económicos

La planeación de sistemas de drenajes naturales en la etapa de diseño puede ayudar a reducir costos de construcción futuros y desarrollar estrategias para la captación de aguas lluvias. Aunque las medidas estructurales y no estructurales requieren de una inversión inicial para el diseño, su instalación y mantenimiento, estas pueden agregar un valor significativo al mobiliario urbano como lo son las zanjas vegetales de infiltración que son parte del paisaje de las zonas verdes los cuales reducen costos de irrigación. En una escala pequeña, estas estrategias pueden disminuir la carga los sistemas municipales de tratamiento de agua residuales (USGBC 2009, pág.86).

4.1.12 SS CRÉDITO 7.1: Efecto islas de calor - No techos.

1 punto

Objetivo:

Reducir el efecto de Isla de Calor (diferencia térmica entre las áreas desarrolladas y no desarrolladas) para minimizar los impactos sobre el microclima, el hábitat del ser humano y de la fauna (USGBC 2009).

Estrategia:

Para evitar el fenómeno conocido como isla de calor, el proyecto dispuso los parqueos subterráneos, con el fin de no concentrar el calor en el pavimento de los parqueos a nivel (Ramírez 2011a).

Genera o no una inversión adicional?

No, porque en el diseño inicial se contemplaron todos los parqueaderos subterráneos, debido a la falta de espacio en el lote.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

El uso de superficies oscuras no refractivas para parqueaderos, techos, aceras y otras superficies duras contribuyen al efecto de isla de calor, ya que absorben el calor del sol, que luego se irradia en el entorno. Debido a tal efecto, la temperatura del ambiente en las zonas urbanas se eleva artificialmente unos 2 a 10 °C comparado con la temperatura de áreas no desarrolladas o rurales. El resultado es el aumento de las cargas de refrigeración en el verano, lo que requiere mayor calefacción, ventilación y equipos de aire acondicionado (HVAC) que necesitan mayor consumo de electricidad, además ambos contribuyen con la emisión de gases efecto invernadero y contaminación. El calor concentrado es perjudicial para hábitat de animales y plantas ya que son sensibles a las fluctuaciones de la temperatura durante el día y la noche lo que les impide prosperar en áreas afectadas por el efecto de isla de calor (USGBC 2009, pág.110).

- Económicos

La energía requerida para refrigerar edificios representa una porción sustancial del presupuesto de operación durante su vida útil. Reducir el efecto de isla de calor puede disminuir significativamente los costos de refrigeración.

Los esfuerzos por reducir la concentración de calor se pueden traducir en costos iniciales elevados por sus paisajes adicionales, pavimentos permeables, o elementos arquitectónicos para la protección del calor. Sin embargo, estas medidas tienen recuperación de la inversión cuando se integran al sistema que se

enfoca en maximizar el ahorro de energía. Algunos pavimentos que tienen alta reflexión, como el concreto hecho con cemento blanco, puede costar el doble tanto como los hechos con cemento gris, pero algunas mezclas de cemento tienen colores muy brillantes y cuestan lo mismo que el cemento Portland el cual es solo gris. Los pavimentos reflectados también aumentan los niveles de luz en general y permiten que un edificio haga un menor uso de artefactos de iluminación en el sitio. Los dueños de los edificios deben asumir los costos que se generan al inicio de la construcción para que luego esa inversión sea retornada al disminuir la necesidad de iluminar grandes sitios, lo que se traduce en ahorro a largo plazo (USGBC 2009, pág.110).

4.1.13 SS CRÉDITO 7.2: Efecto islas de calor- cubiertas.

1 punto

Objetivo:

Reducir el efecto de Isla de Calor (diferencia térmica entre las áreas desarrolladas y no desarrolladas) para minimizar los impactos sobre el microclima, el hábitat del ser humano y de la fauna (USGBC 2009).

Estrategia:

Utilizar materiales que tengan un índice de reflexión solar (SRI) alto, preferiblemente pinturas de color blanco, en las cubiertas donde no se pueda colocar vegetación, con el fin de irradiar los rayos del sol en lugar de adsorberlos y así evitar la concentración del calor en el edificio y también disminuir los consumos de ventilación mecánica(Ramírez 2011a).

Genera o no una inversión adicional?

Si, en cuanto a la colocación de cubiertas verdes, ya que como se enuncio en el SS CRÉDITO 5.1: Desarrollo del lugar - protección o restauración del hábitat,

tienen un costo adicional comprado con una construcción que no siga los estándares propuestos por LEED.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

Proveer una cubierta verde contribuye a aumentar las áreas que sirven de hábitat para pájaros, insectos y otras especies silvestres (USGBC 2009, pág.120).

- Económicos

Las cubiertas verdes y techos con alto SRI pueden reducir costos asociados con equipos de refrigeración HVAC³. Las cubiertas ecológicas requieren de una inversión adicional; pero cubiertas refrigerantes son tan efectivas para reflejar la energía del sol y podrían costar lo mismo que un sistema de cubierta tradicional. Sin embargo, una inversión inicial es probable que produzca en ahorro en los costos de energía en todo el ciclo de vida del proyecto (USGBC 2009, pág.120).

4.1.14 SS CRÉDITO 8: Reducción contaminación lumínica nocturna.

1 punto

Objetivo:

Minimizar la luminosidad que traspasa el edificio y el sitio, reduciendo el resplandor o brillo hacia el cielo para aumentar y mejorar la visión en horas de la noche reducir el impacto ambiental nocturno (USGBC 2009).

Estrategia:

³ Las siglas **HVAC** corresponden al acrónimo inglés de *Heating, Ventilating and Air Conditioning* (Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado) y se refiere a la tecnología de automatización del medio ambiente o la comodidad de los espacios interiores (ASHRAE 2011b).

La especificación para la reducción de la contaminación lumínica nocturna es que las luminarias no emitan luz por encima del nadir, (Figura 10) además en la entrada no deben haber luces empotradas en el piso emitiendo luz indiscriminadamente hacia el zenith ya que la norma LEED es muy restrictiva en cuanto a la luz que se emite en el perímetro del edificio, la cantidad y calidad de la luz emitida (Sierra 2011)

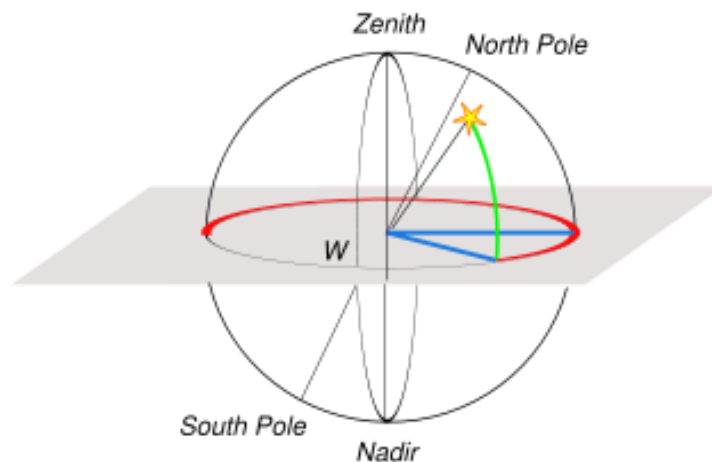


Figura 10. Ilustración de la posición relativa entre en nadir y el zenith (Instituto de Astrofísica de Andalucía 2007)

Para la selección de las luminarias, se debe tener en cuenta la tipología, la fotometría la cual es la forma en la cual la luminaria emite la luz, y la ubicación de las mismas en el exterior del proyecto. Además se debe tener un sistema de control horario durante un periodo de tiempo considerado adecuado para que se destaque el edificio en un contexto del espacio urbano haciendo uso eficiente de la energía. Para esto no se debe usar un control por fotoceldas debido a que las luminarias permanecerían prendidas toda la noche sin ser necesario (Sierra 2011).

Genera o no una inversión adicional?

En cuanto al tipo de luminarias eficientes no se genera ninguna inversión adicional ya que estas son las mismas que se consiguen en el mercado tradicional. Por otro

lado, el sistema de control de luz si genera una inversión adicional ya que debe ser capaz de monitorear automáticamente las luminarias durante el periodo que es estimado como el adecuado (6pm a 11pm) y esto en comparación con los estándares de la iluminación no es considerado. Además el diseño de la iluminación como tal implica un costo ya que según los estándares de LEED es necesario cumplir con una serie de requisitos, tales como realización de cálculos, coordinación de los diferentes equipos, y un esfuerzo administrativo adicional, en comparación con un edificio tradicional(Sierra 2011).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

Las conexiones de iluminación entre los edificios y las instalaciones de apoyo como las aceras, parqueaderos y lugares de reunión de la comunidad son necesarios para su uso durante el atardecer y la noche. Sin embargo, cuando la luz traspasa, debido a un diseño pobre de un sistema de iluminación, puede afectar ecosistemas nocturnos, además la contaminación lumínica limita la observación del cielo nocturno. A través de un diseño eficiente y con un mantenimiento cuidadoso, la iluminación exterior puede permitir la visibilidad del cielo en las noches y los requerimientos de luminosidad del edificio, mientras minimiza los impactos negativos en el medio ambiente (USGBC 2009, pág.132).

Un diseño creativo de un sistema de iluminación promueve la apreciación del lugar en las noches. Sin embargo, aún con las mejores luminarias- aquellas diseñadas para reducir la contaminación lumínica y que sean de bajo consumo- la luz utilizada se refleja en la superficie y en la atmosfera. Usando la mínima cantidad de equipos de iluminación, limitando o eliminando la iluminación del paisaje y evitando la contaminación lumínica a través de una selección cuidadosa de sistemas de iluminación controlada, se permite prosperar la vida nocturna, sin

dejar de ofrecer luz para las actividades nocturnas de los humanos (USGBC 2009, pág.132).

- Económicos

El costo inicial y los costos operacionales de la iluminación exterior pueden ser reducidos, eliminando las luminarias que no son para mejorar la seguridad del lugar. Adicionalmente, usando fuentes de iluminación eficientes, y controles sobre las luces, se reducirán más adelante los costos de energía de estos sistemas. Las bombillas de larga vida pueden contribuir a un ahorro operacional ya que requieren menos ciclos de cambio de lámparas. Sin embargo, la inversión inicial por iluminación es un poco elevada, debido a mayores costos relacionados con los reflectores internos, blindajes, la combinación de balastos y lámparas eficientes (USGBC 2009, pág.132).

4.1.15 SS CRÉDITO 9: Guías de diseño y construcción para arrendamientos.

N/A

Objetivo:

Educar a los arrendatarios del edificio sobre la implementación, características y beneficios del diseño y construcción sostenible.

Los lineamientos ayudarán a los ocupantes a diseñar y construir ambientes interiores que sigan los principios de sustentabilidad del edificio y adaptar prácticas verdes, además de ayudar a conseguir la certificación LEED para el proyecto (USGBC 2009).

Estrategia:

Publicar una guía en donde se encuentren los lineamientos básicos que deben cumplir los futuros propietarios y arrendatarios, para cumplir con el objetivo de

sustentabilidad del edificio. En esta guía se contemplará la información que provee LEED para interiores comerciales, para así promover estrategias de ahorro en las oficinas como por ejemplo que las luminarias que queden cerca a las ventanas tengan un sensor de luz con fotocelda para que se apaguen cuando la luz natural es suficiente. Es recomendable que la persona que lo realice sea un profesional acreditado como asociado LEED(Ramírez 2011b).

Genera o no una inversión adicional?

Sí, porque dentro de las funciones de profesional LEED, esta la creación de este manual, y el costo indirecto de este profesional es contemplado en ID CRÉDITO 2: Profesional acreditado LEED(Ramírez 2011b).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

Debido a la naturaleza especulativa del mercado inmobiliario, un edificio Core and Shell y sus espacios interiores arrendados son controlados completamente por diferentes entidades. La responsabilidad por los impactos ambientales se pondera de forma diferente para los dueños, desarrolladores e inquilinos del edificio. Los potenciales arrendatarios tendrán el potencial de reducir el uso de la energía a través de el diseño de iluminación eficiente y las estrategias de aprovechamiento de la luz día que dependen de la construcción Core and Shell, y el sistema base mecánico del edificio estará directamente influenciado de la habilidad de los mismos para optimizar la calidad del ambiente interior de sus ocupantes.

Los edificios LEED para Core and Shell ofrecen maneras para que los inquilinos puedan aprovechar los beneficios ambientales construidos en el proyecto y así puedan inspirar a los ocupantes a contribuir hacia el cuidado del medio ambiente. Los esfuerzos de este tipo de construcción apuntan a reducir el efecto isla de calor, plantar paisajes nativos e instalar accesorios de plomería de bajo flujo, para

reducir significativamente el uso de energía y otros recursos, particularmente donde los contratos de arrendamientos les requiera a los arrendatarios la medición y pago de sus propios consumos de energía (USGBC 2009, pág.144)

- Económicos

Producir un documento ilustrativo con los lineamientos del edificio para los ocupantes, no genera un impacto en la economía LEED para proyectos de Core and Shell; sin embargo, las estrategias y recomendaciones que irán en el manual puede requerir una inversión por adelantado de los arrendatarios. Además si escogen certificar los proyectos que se construyan para los espacios interiores comerciales bajo el marco LEED podrían incurrir en costos adicionales de interventoría certificación (USGBC 2009, pág.144).

4.2 EFICIENCIA DEL AGUA

Debido al continuo crecimiento de las ciudades, la demanda de agua en el mundo aumenta cada día más. En Estados Unidos se estimó que entre 1990 y el 2000 el incremento del consumo del agua fue del 12%, a 43.3 billones de galones por día. El servicio de agua pública es suministrado para uso doméstico, comercial e industrial además de ser la primera fuente de agua para la mayoría de las edificaciones . a principios de siglo, estos usos representaban un 11% de todas las extracciones de agua y ligeramente menos de un 40% de la extracción de las aguas subterráneas, constituidas como la tercera categoría del usos del agua en Estado Unidos, por debajo de la energía termoeléctrica e irrigación los cuales constituyen un 48 y 34% del total de las extracciones respectivamente (USGBC 2009).

Solamente el 14% de las extracciones de agua se pierde por evaporación o transpiración o incorporadas en los cultivos; el resto es tratada, y descargada en los cuerpos de agua los cuales contaminan ríos y lagos con agua potable con bacterias, nitrógeno, tóxico de metales y otros contaminantes. La EPA estima que 1/3 de los lagos, corrientes y ríos de Estados Unidos son inseguras para nadar y pescar (USGBC 2009).

El uso de grandes volúmenes de agua, incrementa los costos de las operaciones y ciclo de vía de los edificios y además aumenta los costos por el servicio de agua y su tratamiento. Si el consumo de los edificios comerciales disminuyera un 10%, se podría salvar 2 trillones de galones de agua cada año (USGBC 2009).

La categoría de WE está compuesta por tres créditos en tres sub categorías, que en conjunto, es posible ganarse cinco puntos como máximo para acceder a la acreditación (Haselbach 2009).

Tiene como propósito principal reducir en un 20% el consumo del agua potable en el edificio (no incluye el agua de irrigación) la cual es suministrada por los servicios públicos; si el ahorro es superior a lo que se pide, se pueden obtener puntos adicionales (Londoño 2009), además de hacer un uso eficiente del agua para poder suplirla a todas las personas y en general todos los sitios que la requieran, ya que las estrategias para la conservación de del agua no tiene costo, o devuelve la inversión en un corto tiempo.

4.2.1 WE PRERREQUISITO 1: Reducción del uso del agua potable, WE CRÉDITO 1: Eficiencia de agua en jardines, WE CRÉDITO 2: Innovación en el manejo de aguas residuales, WE CRÉDITO 3: Reducción de consumo de agua potable.

N/A

Objetivo: WE Prerrequisito 1:

Incrementar la eficiencia del agua dentro del edificio para reducir las cargas de suministro de agua municipal y de sistemas de aguas residuales (USGBC 2009).

2-4 puntos

Objetivo: WE Crédito 1:

Limitar o eliminar el uso del agua potable u otros recursos hídricos naturales superficiales o subterráneos disponibles en o cerca del lugar del proyecto, para riego de la jardinería (USGBC 2009).

1 punto

Objetivo: WE Crédito 2:

Reducir la generación de aguas residuales y la demanda de agua potable, incrementando la recarga de los acuíferos locales (USGBC 2009).

2-4 puntos

Objetivo:

Incrementar la eficiencia en el uso del agua en el edificio reduciendo la demanda del servicio de suministro de agua pública y los sistemas de aguas residuales municipales (USGBC 2009).

Estrategia

Para disminuir el consumo de agua potable se implementaron las siguientes tácticas Estratégicas:

- Recolección y tratamiento de aguas lluvias: para descarga de los sanitarios de los puntos fijos de las oficinas donde el consumo es más alto.
- Recolección y tratamiento de las aguas jabonosas del hotel es decir las aguas que salen de las duchas y los lavamanos, se recogen se tratan y se envían nuevamente al hotel para la descarga de los sanitarios de tanque de bajo consumo.
- Que la cubierta verde recolecte y almacene el agua lluvia para eliminar el consumo de agua potable para el riego, y una cuidadosa escogencia de las plantas ubicadas en este lugar con el fin que estas retengan el agua y no la dejen evaporar. También existen sistemas de riego los cuales se usan en épocas de sequia alimentados por el tanque de almacenamiento de aguas lluvias (Sánchez 2011).

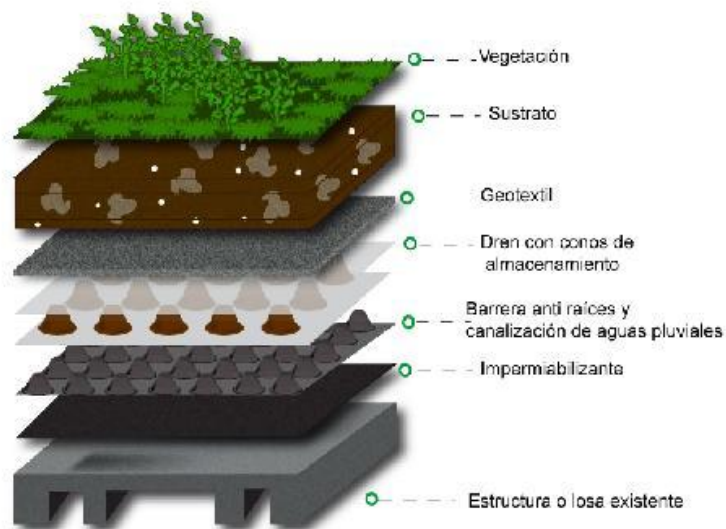


Figura 11. Esquema de cubierta verde con almacenamiento de aguas lluvias (Huerta 2010)

- Riego de jardines con agua lluvias.



Figura 12. Sistema de microgoteo con agua lluvia para riego en jardines (Planfor 2009)

Genera o no inversión adicional?

Sí, porque en el caso del hotel las redes de suministro y desagüe se duplican, ya que es necesario recoger aparte el agua de los lavamanos y las duchas, y la de los sanitarios en otra red, para no mezclarlas. Además se necesita un sistema de tratamiento de aguas jabonosas mas sofisticado aparte del usado para el tratamiento de las aguas lluvias (Sánchez 2011).

Además del costo generado por la adecuación de la cubierta verde y la implementación de los sistemas de riego alimentados con aguas lluvias los cuales son considerados en: SS Crédito 5.1: Desarrollo del lugar - protección o restauración del hábitat, SS CRÉDITO 6.1: Diseño para aguas lluvias- control de cantidad, SS CRÉDITO 6.2: Diseño para aguas lluvias- control de calidad(Sánchez 2011).

Beneficios y aspectos a considerar: WE Crédito 1:

- Ambientales

Las prácticas de riego para jardines consumen grandes cantidades de agua portable en Estados Unidos. Dichas prácticas gastan alrededor de un 30% de los 26 billones de galones del agua consumida diariamente en Estados Unidos.

Mejorar las prácticas de jardinería puede reducir drásticamente e incluso eliminar la necesidad de riego, además, mantener o restablecer plantas nativas o adaptadas en los edificios, fomenta un auto sostenimiento del jardín el cual requiere un mínimo suplemento de agua y atrae la fauna nativa, lo que crea un edificio integrado con su entorno natural. Adicionalmente, las plantas nativas o adaptadas tienden a requerir menos fertilizantes y pesticidas, minimizando la degradación de la calidad del agua y otros impactos negativos sobre el medio ambiente.

La jardinería con uso eficiente de agua ayuda a conservar el recurso hídrico potable local o regional. El mantenimiento de las condiciones naturales de los acuíferos es importante para la provisión de fuentes confiables de agua para las futuras generaciones. Las consideraciones de los problemas del agua durante la planeación puede fomentar el desarrollo en donde no se exceda la capacidad de los recursos (USGBC 2009, pág.180).

- Económicos

La jardinería diseñada para el microclima del sitio es la estrategia más eficiente para evitar el creciente costo de agua para riego. Éstos pueden ser reducidos o eliminados a través de un planeación pensada y de la selección de plantas cuidadosamente. Las plantas nativas o adaptadas además reducen los costos de operación porque requieren menos fertilizantes y mantenimiento que el césped.

Aunque los costos adicionales en el diseño del sistema de riego por goteo puedan ser más caros que un sistema tradicional, el sistema de riego por goteo tiene menores costos en la instalación además de menos consumo de agua y mantenimiento, que generalmente resulta en un retorno de la inversión a corto plazo.

Usar las aguas grises como irrigación también reduce la cantidad de agua residual que se lleva a la planta de tratamiento, lo cual provee ahorros mientras disminuyen ambas demandas en la infraestructura municipal y los impactos negativos asociados con facilidades en el tratamiento a gran escala. Los sistemas de riego eficientes varían ampliamente y además disminuyen el consumo de agua potable, por ejemplo, el sistema de riego por goteo puede ser 95% eficiente, comparado con un 60 a 70% en el sistema de irrigación por aspersión (USGBC 2009, pág.180).

Beneficios y aspectos a considerar: WE Crédito 2:

- Ambientales

Los retretes y urinales no requieren el mismo nivel de calidad de agua como los grifos de los lavamanos y las ducha. Reduciendo la cantidad de agua potable necesaria para el transporte de aguas residuales disminuye notoriamente el volumen del recurso hídrico extraído de los acuíferos. Similarmente, cuando se bajan o eliminan los volúmenes de aguas residuales que salen del edificio se necesita menos infraestructura pública, insumos químicos, uso de energía, y emisiones en los trabajos de la planta de tratamiento del municipio. El uso eficiente de agua y su reutilización aportan grandes beneficios al medio ambiente mientras reducen los impactos negativos sobre él.

Si se consideran los impactos ambientales del tratamiento de aguas residuales dentro del sitio versus fuera del él, los sistemas de tratamiento interno son mejores ya que transforman el “desperdicio” en un recurso que puede ser usado en el edificio. Estos recursos incluyen el tratamiento de volúmenes de agua para usos potables y no potables, así como el mejoramiento de las condiciones del suelo por la utilización de los nutrientes que resultan del tratamiento (USGBC 2009, pág.180).

- Económico

Los sistemas de tratamiento y recuperación de agua requieren una inversión de capital inicial además de mantenimiento durante la vida útil del edificio. El equipo del proyecto debe equilibrar estos costos con el ahorro previsto en el agua en las facturas del alcantarillado.

Las alternativas para tener un ahorro considerable en el uso del agua son la recirculación de las aguas grises con doble tubería para su distribución y sanitarios duales. Por otro lado, los códigos locales requieren que haya infiltración, tratamiento para la desinfección de tuberías, protección al desbordamiento del agua, y otras medidas adicionales a los costos de construcción, operación y mantenimiento. En algunos sistemas, las bombas son requeridas para la distribución e incurren en costos de energía por la operación. Si el sistema de recirculación de aguas grises se planea anticipadamente, el equipo del proyecto debe instalar dos líneas de plomería durante la construcción inicial para evitar los costos sustanciales y dificultad para adicionarlas después.

Recolectar y usar el agua lluvia para usos no potables, tiene menos costos asociados, porque reduce la necesidad del uso del agua del acueducto lo que minimiza los costos iniciales y de operación. El almacenamiento de agua es el que tiene el mayor costo en la mayoría de los sistemas de aguas lluvias (USGBC 2009, pág.180).

4.3 ENERGÍA Y ATMÓSFERA

Los edificios en los Estados Unidos consumen aproximadamente un 39% de energía y un 74% de la electricidad producida anualmente en ese país, según el departamento de energía (USGBC 2009).

La generación de energía de combustibles fósiles, tales como petróleo, gas natural y el carbón generan efectos negativos en el ambiente en cada uno de los pasos de producción y uso. Empezando en la extracción, transporte, refinado distribución y finalmente el consumo.

La fisión nuclear y las hidroeléctricas también generan consecuencias adversas al ambiente ya que por ejemplo la energía nuclear incrementa el riesgo de catástrofes nucleares ya que genera una cantidad significativa de desechos los cuales son difíciles de guardar y generan daños importantes al ambiente. Por otro lado las hidroeléctricas generan un flujo irregular de agua lo cual afecta la flora y fauna de los ambientes acuáticos (USGBC 2009).

Los edificios verdes proponen controlar los aspectos mencionados anteriormente de dos maneras, primero reducen la cantidad de energía requerida para la operación del edificio y segundo usan más formas de energía benigna para el ambiente. El mejor consumo energético de estos edificios reduce los gases efecto invernadero que son emitidos a la atmosfera generados en la producción de energía. La generación de energía usando recursos diferentes a los combustibles fósiles también reduce el impacto ambiental. Adicionalmente al mejorar el desempeño energético de un edificio se logra una reducción importante los costos de operación del mismo (USGBC 2009).

4.3.1 EA PRERREQUISITO 1: Asesoría en el sistema de energía.

N/A

Objetivo:

Verificar que los sistemas de energía relativos al proyecto estén instalados, calibrados y que se comporten de la manera propuesta el formato de requerimientos del propietario y en los documentos básicos de diseño y construcción(USGBC 2009).

Estrategia:

Consta de dos partes la primera es orientar al dueño del proyecto en plasmar por escrito cuales son las metas que él tiene en cuanto a sostenibilidad, energía, agua y otros factores, este documento se conoce como OPR (Owners Project Requirements o Formato de Requerimientos del Propietario). Luego de esto se procede a una revisión de las propuestas de diseño, y propuestas comerciales para el suministro de los equipos final. La segunda parte consta de una asesoría avanzada en la cual se orienta a los diseñadores del proyecto a enfocar sus diseños para el cumplimiento de las metas propuestas en el OPR, además se les ayuda a la creación del documento llamado BOD (Basis of design o Bases de Diseño), en donde se hacen dos revisiones del diseño de un sistema que comprende la documentación que contiene planos, fichas técnicas y narrativa que ayude al entendimiento de los mismos, para finalmente comparar dichos diseños con las normas o estándares que se quieran cumplir para obtener la certificación LEED, después se hacen las pruebas de campo de los equipos instalados y se hace un manual de sistemas y un reporte final al cliente(Baquero 2011).

Genera o no una inversión adicional?

La asesoría internacional es la parte que genera mayores inversiones en un proyecto de esta categoría, ya que es una asesoría adicional, que acompaña al

cliente y sus diseñadores en el proceso de diseño y construcción de un proyecto que busca obtener una certificación LEED.

En Colombia Tierra Firme requiere de la experiencia de profesionales extranjeros que ya hayan construido edificios de esta magnitud y por tal motivo, es importante aclarar que esta inversión solo se pide en este caso en particular por ser pionero. En futuras construcciones de este mismo tipo ya no habrá asesoría internacional debido que los profesionales colombianos tendrán la experiencia que les brindó este proyecto (Rodríguez 2011). Esta asesoría comprende la revisión en los diseños de aire acondicionado, control de la iluminación y los sistemas de agua caliente, sin embargo se puede extender a otros sistemas a gusto del dueño, lo cual generaría una inversión mayor (Baquero 2011).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

La interventoría puede minimizar los impactos negativos que los edificios generan al ambiente gracias a la verificación que realizan sobre el diseño y construcción de un edificio, garantizando que se cumpla lo escrito en el formato de requerimientos del propietario (USGBC 2009).

- Económicos

La interventoría puede verse como una manera rentable de asegurar que el edificio funcione de la forma en la cual se diseño y se lleve a cabo el ahorro de energía propuesto al inicio del proyecto (USGBC 2009).

4.3.2 EA PRERREQUISITO 2: Consumo mínimo de energía.

N/A

Objetivo:

Establecer el nivel mínimo de eficiencia energética para el edificio propuesto y sus sistemas que permita reducir los impactos económicos y ambientales asociados con el consumo excesivo de energía(USGBC 2009).

Estrategia:

La disminución del consumo de energético se hace sobre el costo total de energía anual. Se demuestra a través de una simulación por computador utilizando uno de los software aprobados por el GBCI como DOE Energy Plus, TRANE 700, etc. Hay que demostrar un ahorro mínimo del 10% sobre el estándar ASHRAE 90.1-2007 (Apéndice G); el ahorro es calibrado a una zona climática específica establecida por ASHRAE para cada ciudad o país(Mosquera 2011).

Genera o no una inversión adicional?

Sí, porque se considera en el diseño integral desde el principio varias estrategias como iluminación natural, sensores de movimiento, iluminación eficiente, y utilización de sistemas de fachadas diseñados con la eficiencia de energía en mente (Mosquera 2011).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

La eficiencia energética reduce la carga negativa que genera al ambiente el uso inadecuado de la misma.

Los combustibles fósiles tales como los derivados del petróleo son la fuente de energía más usada en edificios, como es sabido la explotación y uso de este tipo

de materiales genera efectos negativos sobre el ambiente, tales como el efecto invernadero, degradación del suelo, desechos sólidos, entre otros. Sin embargo el uso de otras fuentes de energía también genera impactos ambientales importantes, tales como las hidroeléctricas que generan alteración de los ecosistemas acuáticos poniendo en riesgo a las especies en vía de extinción. Las plantas de energía nuclear son una amenaza para el ambiente cuando estas se encuentran inactivas pues no cuentan con el manejo adecuado de los desechos que estas producen generando así un efecto negativo en el ambiente (USGBC 2009, pág.240). En estos ejemplos es posible observar como el consumo excesivo de energía genera impactos negativos en el ambiente, por esa razón es importante adoptar todas las políticas que contribuyan al consumo racional de la energía (USGBC 2009, pág.240).

- Económicos

La optimización de los consumos energéticos puede generar un ahorro en los costos de operación en general, cambiando las estrategias operacionales del edificio evitando el consumo de energía (USGBC 2009, pág.240)

4.3.3 EA PRERREQUISITO 3: Manejo básico de refrigerantes.

N/A

Objetivo:

Reducir el agotamiento del ozono producido en la estratosfera (USGBC 2009).

Estrategia:

La industria de los refrigerantes se ha venido modificando según los protocolos internacionales de cambio climático, y actualmente no se fabrican máquinas refrigerantes con cloro fluro carbono dentro de sus sistemas de refrigeración(Gómez 2011).

Genera o no una inversión adicional?

No, porque se adquieren las máquinas que brinda la industria, los cuales están libres de componentes dañinos que son los mismos sistemas empleados en construcciones tradicionales (Gómez 2011).

Beneficios y Cuestiones a considerar

- Ambientales:

El uso de clorofluorocarbonos usado en equipos de refrigeración genera un daño importante a la capa de ozono al ser estos liberados a la atmosfera. La reacción química que se presenta entre CFC y las moléculas de ozono en la estratosfera destruye el ozono y reduce la capacidad que tiene la misma de absorber los rayos ultravioleta emitidos por el sol, dejándolos pasar directamente a la tierra (USGBC 2009, pág.252).

- Económicos

Consiste que en edificios nuevos es instalar un sistema de refrigeración que no use CFC (USGBC 2009, pág.252)

4.3.4 EA CRÉDITO 1: Optimización del diseño energético.

Objetivo:

Incrementar los estándares de consumo energético propuestos en el prerrequisito 2 para lograr una reducción de los impactos económicos y ambientales asociados al consumo excesivo de energía (USGBC 2009).

Estrategia:

Con el fin de poder cumplir con éste crédito, se hicieron una serie de simulaciones para determinar el diseño energético más eficiente. Los ítems a los cuales se les realizó la simulación fueron a la envolvente del edificio, que son las superficies que separan el edificio con el exterior: placa de contrapiso, cubierta, todas las fachadas, la iluminación, los sistemas de aire acondicionado, ventilación y calefacción, el suministro de agua caliente, en cuanto a la forma de calentarla y finalmente los motores para elevadores, ventiladores, bombas y demás máquinas (Uribe 2011).

En la fachada se implementará un sistema de vidrios laminados a los cuales se les hicieron unos análisis de comportamiento en cuanto al uso de energía para su optimización. Éstos tienen propiedades como la transmisión de luz visible, transmisión de calor por radiación solar, transmisión de calor por diferencias de temperaturas factor u, color y el coeficiente de transmisión de sonido. El hotel que está incorporado en el proyecto, tiene otros requerimientos en cuanto a la ventanearía de la fachada, los cuales van a ser vidrios de cámara, porque es necesario que sea acústicamente más asilados es decir que el coeficiente de transmisión de sonido sea muy bajo (Uribe 2011).

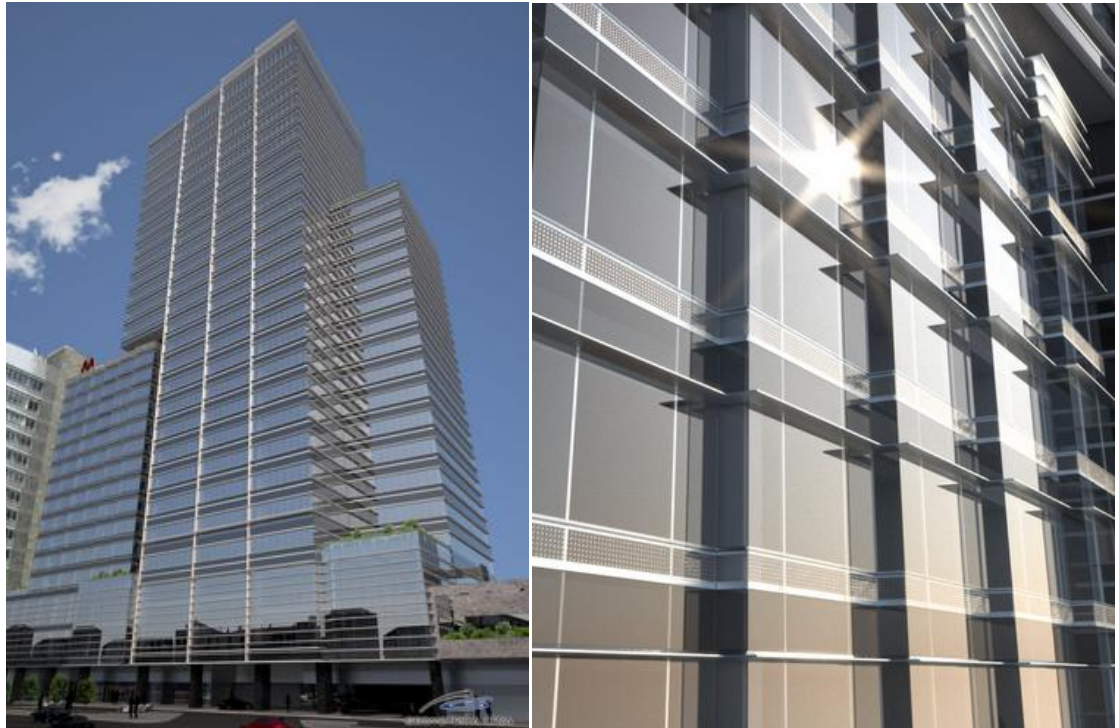


Figura 13. Render de la fachada del proyecto Tierra Firme (Garrido 2011)

En la iluminación se pondrán sistemas con controles automáticos de muy alta eficiencia tipo LED solamente en las áreas comunes, debido a que en las oficinas, los arrendatarios son los encargados de colocar sus propios sistemas de luminarias, con base a los estándares LEED para diseño de interiores (Uribe 2011).

La ventilación y el aire acondicionado en el edificio serán mecánicos, porque no se puede implementar una ventilación natural, porque no podría empatar con el diseño de la fachada (Uribe 2011).

Para el calentamiento de agua, es muy poco lo que se hace en el edificio, básicamente se utilizará calentadores de agua estándar de paso eléctricos o a gas, para las duchas destinadas a los ciclousuarios (Uribe 2011).

La cantidad de motores que hay en el edificio son para la ventilación mecánica, con reducciones de consumo de energía con respecto a un motor estándar, del 50

a 60% cuando no están operando a carga plena, los motores para los elevadores, se escogerán de última tecnología por las exigencias y categoría del edificio y finalmente a las bombas y algunos ventiladores grandes se contemplarán motores con variador de frecuencia, es decir con variaciones de velocidad, en donde la máquina opera a cargas parciales en aquellas que tengan grandes potencias (Uribe 2011).

Genera o no una inversión adicional?

Si, debido a las simulaciones que se realizaron, tanto nacional como internacionalmente, además por los materiales que se van a emplear para que se dé un consumo energético eficiente en el edificio, pero así mismo se ven ahorros en cuanto a los vidrios laminados, ya que tienen una reducción en los costos del 20 al 30% con respecto a los contemplados inicialmente en el diseño cuando el proyecto no iba a ser LEED, los cuales eran vidrios de cámara, estos últimos son más costosos y se colocarán de todas formas en el área de hotel (Uribe 2011).

Es importante precisar que en la elección de los materiales se deben tener en cuenta sus propiedades de transmisión térmica. Por esta razón se hacen las simulaciones energéticas para pronosticar el comportamiento de la fachada, si tendrá las condiciones de aislamiento necesarias, para que no requieran incrementar el consumo de energía teniendo que instalar sistemas muy grandes. Es muy importante aprovechar las bondades de la arquitectura pasiva para evitar sobre consumos en la parte energética (C. Ruiz 2011)

La ventilación natural y la ventilación mecánica tienen un costo equivalente porque en la primera se necesitan trampas acústicas, dámper o rejillas automáticas de control de entrada y salida de aire y en la segunda, ventiladores y rejillas que equilibran los costos en la ventilación (Uribe 2011).



Figura 14. Damper o rejilla automática (Mobilehome Repair HVAC 2011)

Así mismo, la iluminación tendrá una inversión del 40% debido a los sistemas de controladores automáticos, que tienen valores importantes con respecto a una iluminación tradicional en un edificio de la misma categoría (Uribe 2011).

En cuanto a los calentadores de agua no hay costos adicionales porque se escogieron máquinas estándares las cuales se encuentran en las construcciones tradicionales.

Los motores para la ventilación generan una inversión adicional de un 20 a 30% y habrá uno o dos por cada oficina, en todas las oficinas del edificio, además de las máquinas de los ventiladores grandes, bombas y elevadores los cuales también tiene costos adicionales en este proyecto (Uribe 2011).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales

La eficiencia energética reduce la carga negativa que genera al ambiente el uso inadecuado de la misma.

Los combustibles fósiles tales como los derivados del petróleo son la fuente de energía más usada en edificios, como es sabido la explotación y uso de este tipo de materiales genera efectos negativos sobre el ambiente, tales como el efecto de

invernadero, degradación del suelo, desechos sólidos, entre otros. Sin embargo el uso de otras fuentes de energía también genera impactos ambientales importantes, tales como las hidroeléctricas estas generan alteración de los ecosistemas acuáticos poniendo en riesgo a las especies en vía de extinción. Las plantas de energía nuclear son una amenaza para el ambiente cuando estas se encuentran inactivas pues no cuentan con el manejo adecuado de los desechos que estas producen generando así un efecto negativo en el ambiente(USGBC 2009, pág.260). En estos ejemplos es posible observar como el consumo excesivo de energía genera impactos negativos en el ambiente, por esa razón es importante adoptar todas las políticas que contribuyan al consumo racional de la energía.

- Económicos

La optimización de los consumos energéticos puede generar un ahorro en los costos de operación en general, cambiando las estrategias operacionales del edificio evitando el consumo de energía(USGBC 2009, pág.260).

4.3.5 EA CRÉDITO 4: Manejo avanzado de refrigeración.

2 Puntos

Objetivo:

Reducir el deterioro de la capa de ozono y apoyar el cumplimiento de los principios establecidos en el protocolo de Montreal y reducir al mínimo la contribución directa al cambio climático (USGBC 2009).

Estrategia:

Debido a que el proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, no requiere un sistema de refrigeración avanzado porque las condiciones climáticas no lo necesitan por la altitud de esta ciudad que es de 2600 m.s.n.m lo cual genera

un temperatura media de 13 a 15 °C.“El régimen climático se caracteriza por una distribución bimodal de la precipitación, con dos periodos de valores máximos relativos y dos de mínimos relativos, influenciado ese tipo de distribución por los desplazamientos de la zona de Confluencia Intertropical” (Universidad Nacional de Colombia 2010).

Genera o no una inversión adicional?

No, pues ya está considerado en el diseño del sistema HVAC del edificio, porque los sistemas de aire acondicionado de alta eficiencia que se tuvieron en cuenta para este proyecto consideraron el manejo avanzado de refrigerantes dentro de su concepción de diseño planteado, como respuesta a la solicitud de los propietarios indicados en el OPR (Ruiz, 2011).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

Algunos de los refrigerantes usados en sistemas de calefacción, ventilación, y aires acondicionados, causan un daño significativo en la capa de ozono, otros contribuyen con el calentamiento global produciendo gases que generan efecto invernadero (USGBC 2009, pág.240).

De acuerdo a un análisis objetivo realizado por el comité de asesoramiento técnico y científico de LEED, mostró los diferentes efectos que estos tienen sobre la salud humana, y los diferentes ecosistemas tales como terrestres y oceánicos (USGBC 2009, pág.240).

Por esa razón la gestión realizada sobre el uso de refrigerantes con el fin de minimizar el daño que estos causan a la capa de ozono y así mismo su contribución al efecto de invernadero y por tanto el cambio climático terrestre (USGBC 2009, pág.240).

- Económicos:

Los mecanismos de refrigeración pasiva son estrategias usadas para la disminución del impacto ambiental así como un decrecimiento en los costos asociados con los equipos mecánicos, reduciendo o eliminando por completo del uso de este tipo de sistemas de refrigeración (USGBC 2009, pág.240).

4.3.6 EA CRÉDITO 5.1: Medición y verificación de edificio base, EA CRÉDITO 5.2: Medición y verificación de edificio base.

3 puntos

Objetivo: EA Crédito 5.1:

Proporcionar la rendición de cuentas permanente del consumo de energía del edificio a través del tiempo (USGBC 2009).

3 Puntos

Objetivo: EA Crédito 5.2:

Proporcionar la rendición de cuentas permanente del desempeño del consumo de electricidad del edificio en el tiempo (USGBC 2009).

Estrategia:

La estrategia consiste en tener un sistema centralizado de monitoreo del consumo eléctrico del edificio, con la capacidad de ser expandido a cada uno de los usuarios independientes para que ellos puedan monitorear su consumo eléctrico individual. En el caso de este proyecto, esta capacidad está provista a cada oficina independientemente al hotel (Mosquera 2011).

Genera o no una inversión adicional?

No, ya que los edificios de oficinas de altas especificaciones están diseñados para tener sistemas automatizados de control de varios tipos, incluyendo seguridad,

iluminación, incendio, etc. Resulta económico agregar sistemas de monitoreo individual de energía en oficinas, en parte porque la energía es medida y cobrada a cada usuario de oficinas de forma independiente y esta es una práctica específica en Bogotá, aun sin certificación LEED (Mosquera 2011).

Beneficios y aspectos a considerar :

- Ambientales:

Las mediciones y verificaciones del edificio en curso optimizan el desempeño y minimiza los impactos económicos y ambientales asociados con los sistemas consumidores de energía (USGBC 2009).

- Económicos:

Los beneficios de optimizar la operación del edificio en términos del desempeño energético, son sustanciales. La vida útil de muchos edificios es mayor de 50 años, por lo tanto los ahorros de energía menores son significativos cuando se consideran en conjunto. Beneficios potenciales a largo plazo ya que se evita la ocupación del personal de mantenimiento en el mismo, en cambio de piezas, reparaciones por envejecimiento y cambio de los equipos. Por consiguiente es importante la institución del manual y el monitoreo continuo del edificio para así alcanzar y mantener el desempeño óptimo durante la vida útil del edificio. La meta del plan de verificación y medición del edificio es proporcionar al dueño las herramientas y datos necesarios para identificar los sistemas que no están funcionando de manera adecuada y así optimizar el desempeño de cada uno de los sistemas del edificio (USGBC 2009, pág.240).

El costo de la implementación y realización del plan de medición y verificación del edificio en una nueva construcción varía según la complejidad de los sistemas e instrumentación del edificio. La instrumentación y elementos adicionales de

medición, la programación de los controles, y la labor asociada con el monitoreo y procesamiento de los datos pueden generar costos adicionales. El costo de un programa de medición y verificación, debe ser balanceado según el riesgo potencial de desempeño (USGBC 2009, pág.240).

En general mayores medidas de medición y verificación generan mayores costos, tanto por adelantado como en el tiempo, la siguiente lista muestra los factores que afectan la precisión de los elementos y el costo de los mismos.

- Nivel de detalle y el esfuerzo asociado a la verificación de las condiciones posteriores a la construcción.
- Número y tipo de puntos de medida.
- Duración y exactitud de las actividades de medición.
- El numero y la complejidad de las variables dependientes e independientes que deben ser medidas de manera continúa.
- Disponibilidad existente de colección de datos de los sistemas.
- Niveles de confianza y precisión especificados para el análisis(USGBC 2009).

4.4 MATERIALES Y RECURSOS

Las operaciones diarias de un edificio generan generalmente una gran cantidad de desechos sólidos. Estos créditos en LEED pretenden reducir la cantidad de desechos mientras mejora el ambiente a través de un proceso de clasificación de desechos y manejo adecuado de los mismos.

Los créditos en esta sección se concentran en dos asuntos importantes que son: el impacto ambiental de los materiales que son usados en la construcción del edificio, y la minimización de los desechos que son llevados a rellenos sanitarios así como a incineradores para los materiales que deja la construcción de un

proyecto así como los materiales que se producen diariamente en su operación (USGBC 2009, pág.240).

4.4.1 MR PRERREQUISITO 1: Recolección y almacenamiento de reciclables.

N/A

Objetivo:

Facilitar la reducción de residuos generados por los ocupantes del edificio, los cuales son transportados y desechados en rellenos sanitarios (USGBC 2009).

Estrategia:

En cada piso hay una zona aseo y basuras y entre ésta hay otra zona de reciclaje con 5 contenedores para plásticos, metal, vidrio, cartón y papel. Y además para todo el edificio abra un cuarto de basuras y compactación, de aproximadamente 57 m² (Ramírez 2011a).

Genera o no una inversión adicional?

No, porque el área empleada para este tipo de tareas es mínima, y esa área será usada casi de la misma manera que en un edificio tradicional, es decir para la agrupación de los residuos sólidos del edificio. (Ramírez 2011a).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

Mediante la creación de oportunidades de reciclaje para todos los ocupantes del edificio, una porción significativa de desechos sólidos es aprovechada de otras maneras, en lugar de terminar su vida útil en un relleno sanitario como sería en el caso normal de no existir reciclaje (USGBC 2009, pág.240).

Con este tipo de acciones se minimiza el uso de materias primas naturales nuevas para la creación de otros materiales y de igual manera se disminuye la polución y se reduce el desperdicio de agua.

Este tipo de plan de educación en materia de reciclaje les muestra a los habitantes del edificio las ventajas económicas y ambientales que tiene la realización de esta actividad, puede animar a los mismos a la preservación del ambiente. (USGBC 2009, pág.240).

- Económicos:

Muchas comunidades patrocinan y promueven programas de reciclaje para reducir la cantidad de desechos sólidos que terminan su vida útil en un relleno sanitario. Esos esfuerzos de la comunidad retornan en un recurso valioso como lo es el proceso de tratamiento de estos residuos en la localidad lo cual genera un incremento en el empleo en la industria del reciclaje y así mismo cuando la comunidad participa activamente en estas actividades genera mercados más estables para los materiales que resultan de este tipo de procesos (USGBC 2009, pág.240).

4.4.2 MR CRÉDITO 2: Manejo de desechos de construcción.

1-2 Puntos

Objetivo:

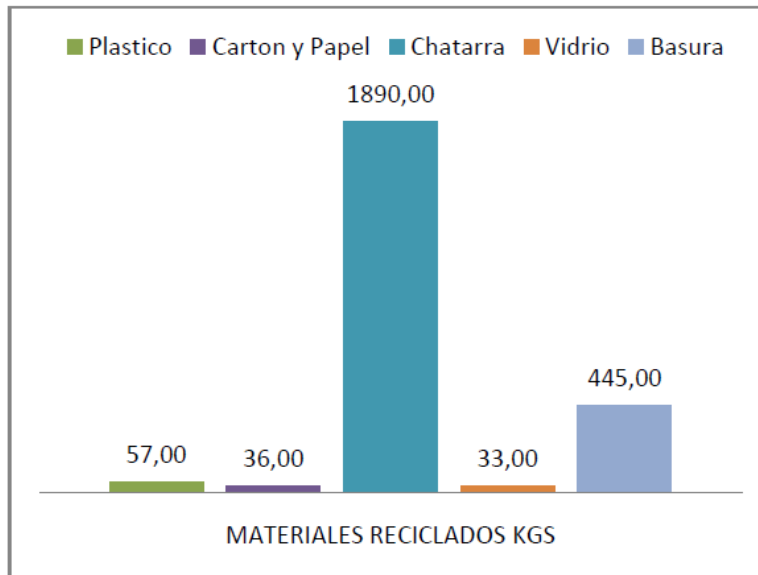
Desviar los desechos producidos en la demolición y construcción de los rellenos sanitarios e incineradores. Redirigir los recursos reciclables recuperados de vuelta a procesos de manufactura y los materiales reusables a los sitios apropiados (USGBC 2009).

Estrategia:

El personal LEED encargado de la obra realizó un Plan de Manejo de Desechos de Construcción, con una campaña de divulgación del mismo por medio de volantes que fueron entregados en una capacitación al personal de la obra sobre el contenido del mismo y puestas a disposición de todos los trabajadores en las carteleras. Por otro lado los materiales de reciclaje han sido recolectados en contenedores marcados, una cuadrilla se ha encargado de asegurarse de que los materiales sean acopiados en los contenedores designados para ello se ha destinado el manejo de estos a una compañía que ha entregado certificación de los materiales reciclados en obra la cual está especializada en el manejo de este tipo de residuos. El tipo y cantidad de materiales reciclados se encuentra en la Gráfica(Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011).

Hasta el momento se ha podido reciclar el 82% de los materiales utilizados en obra, lo cual se encuentra por encima de los estándares establecidos por LEED, pero es importante tener en cuenta que esta cifra se modificará a medida que avance el proyecto debido a que en la etapa de cimentación en la cual se encuentra el edificio en este momento, la mayoría de desechos son lodos y tierras que no son considerados materiales para reciclaje (Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011).

Para verificar la disposición final de los desechos producto de la excavación, se piden vales a las escombreras que consten que la volqueta estuvo allá y botó el desecho en ese lugar, y a su vez a éstas se les solicita la documentación necesaria que indique que su funcionamiento esta bajo las normas impuestas en la ley colombiana (Ramírez 2011b).



Gráfica 2. Tipo y cantidad de materiales reciclados en obra.(Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011)

Genera o no una inversión adicional?

No, ya que el material que se genera es el mismo de una obra tradicional y además la compañía que se encarga de el manejo del resto de los desechos no cobra nada por ese trabajo, al contrario el proyecto recibe algún porcentaje de ganancias debidas a la venta de esta chatarra, el cual ha sido invertido en incentivos para los empleados (Ramírez 2011b).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

Las actividades de construcción y demolición generan cantidades enormes de desechos sólidos. El mayor beneficio ambiental se obtiene a partir del control de la fuente de origen de los desechos ya que se puede reducir la cantidad total de residuos generados. El uso de estrategias de diseño minimiza los desechos, tales como talleres de fabricación de piezas, construcción modular y el ordenamiento de

los mismos según su tamaño. Trabajar con los fabricantes para reducir los empaques innecesarios también puede reducir el volumen de residuos y los costos de manejo de los mismos. Este tipo de estrategias extienden la vida útil de los rellenos sanitarios a través del manejo efectivo de los desechos de construcción y así evitar la expansión o construcción de nuevos rellenos sanitarios (USGBC 2009, pág.358).

El reciclaje de materiales producto de la construcción y demolición reduce la demanda de material virgen y por lo tanto los impactos ambientales asociados a la extracción procesamiento y en muchos casos el transporte del mismo (USGBC 2009, pág.358).

- Económico:

La economía del reciclaje ha mejorado en los últimos a particularmente con la llegada de la competencia internacional, tanto para materias primas como para el reciclado y además el costo de la eliminación y la regulación de los residuos está en aumento junto con que cada vez es menor la capacidad de los rellenos sanitarios, se ha generado un cambio en la ecuación de la gestión de residuos (USGBC 2009, pág.358).

Los planes de gestión de residuos requieren de tiempo y dinero para elaborarlos y aplicarlos por largo tiempo, sin embargo proporcionan orientación para lograr ahorros sustanciales a lo largo del proceso de construcción (USGBC 2009, pág.358).

Aunque la cantidad de material reciclado depende de las facilidades que existan en la zona para llevar a cabo este proceso, realizar esta actividad genera un beneficio económico, de todas maneras los costos de los materiales en este mercado fluctúan mucho, por lo cual es bastante complicado conocer el monto exacto que se va a recuperar(USGBC 2009, pág.358).

4.4.3 MR CRÉDITO 4: Contenido reciclado de materiales.

1-2 Puntos

Objetivo:

Incrementar la demanda de materiales de construcción con contenido reciclado, para lograr una reducción en el impacto que se genera debido a la extracción y procesamiento de materiales vírgenes destinados a la construcción (USGBC 2009).

Estrategia:

Se adquieren materiales con contenido de reciclaje como lo son el hierro, en donde el proveedor garantiza que se tiene un 80% de material reciclado en sus productos; y el concreto al cual se le adiciona el 2% de escoria siderúrgica en su mezcla, lo cual no afecta su desempeño estructural con respecto a un material que no contenga elementos reciclados (Ramírez 2011b).

En LEED los cálculos que indican el porcentaje reciclado en los materiales se hacen con base al costo del mismo, como se puede observar en la Tabla 3(Ramírez 2011b)

Tabla 3. Porcentaje de contenido reciclado(Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011)

Material	Costo de Material	Costo de Contenido Reciclado
Concreto	\$1.598.731.869,64	\$283.454.473,80
Hierro	\$742.130.856,80	\$667.917.771,12
Bentonita	\$38.700.000,00	\$0,00
Total	\$2.379.562.726,44	\$951.372.244,92
Porcentaje de Contenido Reciclado		39,98%

A medida que el proyecto avance se irán actualizando los datos conforme se vaya teniendo más claridad en cuanto a las especificaciones de los acabados y en los desarrollos de los sub-contratos.(Promotora Apotema & Coordinación LEED 2011)

Genera o no una inversión adicional?

No, ya que es una exigencia del proyecto y los proveedores de los materiales mencionados facilitan este tipo de materia prima con contenido reciclado, sin ningún costo adicional (Ramírez 2011b).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

Materiales con contenido reciclado reduce el uso de materia prima virgen y los volúmenes de desechos sólidos producidos en construcción. Como el número de proyectos constructivos que usan materiales que contienen un porcentaje de material reciclado va en aumento, el mercado de los mismos se está desarrollando (USGBC 2009, pág.369).

- Económicos:

Muchos de los materiales usados comúnmente en construcción ahora están disponibles en el mercado con algún porcentaje de material reciclado, incluyendo metales, concreto, mampostería, paneles de yeso, baldosas de cerámica, alfombra, entre otros. Además los productos que contienen en sus materias primas una parte de material reciclado, tienen un comportamiento muy similar a los productos que son formados a partir de materia prima virgen, a un precio más económico (USGBC 2009, pág.369).

4.4.4 MR CRÉDITO 5: Materiales de la región.

1-2 Puntos

Objetivo:

Incrementar la demanda de materiales de construcción y productos que sean extraídos y manufacturados en la región, apoyando así el uso de recursos autóctonos y reduciendo los impactos resultantes el transporte (USGBC 2009, pág.369).

Estrategia:

Todos los materiales que necesita el proyecto se consiguen en la región ya que los estándares de LEED exigen que la materia prima se consiga en un radio de 805 Km desde la ubicación del proyecto, lo cual comprende la mayoría del territorio nacional. Y en el momento en el que se necesitaran materiales que no se encontraran en la región estos no alterarían el porcentaje exigido por LEED (Ramírez 2011b).

Genera o no una inversión adicional?

No, ya que los materiales se conseguirían en el mismo lugar, en caso que este no fuera un proyecto certificado LEED (Ramírez 2011b).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

El uso de materiales de la región reduce las actividades de transporte y estas asociadas a la polución, generada por los vehículos que realizan estas tareas tales como camiones, trenes, barcos entre otros, estos son grandes consumidores de combustible fósil el cual es gran contribuyente a la generación de polución (USGBC 2009, pág.369).

- Económicos:

La disponibilidad de materiales manufacturados en la región depende de la ubicación del proyecto. Es importante añadir que la compra de materiales en la región es generalmente más económica ya que se reducen los costos generados por el transporte, y también contribuye al fortalecimiento de la economía de la zona (USGBC 2009, pág.369).

4.4.5 MR CRÉDITO 6: Madera certificada.

1 Punto.

Objetivo:

Favorecer la gestión forestal ambientalmente responsable (USGBC 2009).

Estrategia:

Se usara madera certificada FSC (Forest Stewardship Council) en los acabados de los auditorios y las puertas de todo el edificio.

Genera o no una inversión adicional?

No, porque la madera FSC es ecológica y la extracción no daña el medio ambiente, (Fundación Terra 2010), y este tipo de material tiene mercado nacional en la actualidad debido a que las grandes madereras legales del país se encuentran certificadas bajo este estándar lo que hace que no se aumenten sus costos de producción.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

El Consejo Forestal Stewardship (FSC) incorpora muchos criterios que contribuyen a largo plazo con la salud e integridad de los ecosistemas. Desde una perspectiva ambiental, los elementos certificados FSC incluyen una extracción

sostenible de los elementos en madera, preservando la biodiversidad y el hábitat de la vida salvaje, manteniendo la calidad del suelo y del agua, minimizando el uso de sustancias químicas nocivas y conservando los bosques de alto valor natural (USGBC 2009, pág.369).

- Económicos:

En 2007 los bosques certificados FSC en el mundo representan un total del 7% de los bosques productivos en el mundo. En la actualidad el costo de la madera certificada FSC es igual o más alto que el costo de la madera común y la disponibilidad de la misma varía según la región, sin embargo se espera que el costo de la madera FSC disminuya y por lo tanto tenga un precio más competitivo en esta industria, ya que la ventaja más grande que tiene este proceso es estabilizar los costos y preservar los bosques para las futuras generaciones (USGBC 2009, pág.369).

4.5 CALIDAD EN EL AMBIENTE INTERIOR

El 90% del día se invierte en el interior de las edificaciones, por esa razón la calidad del aire interior tiene una gran influencia en el bienestar, productividad y calidad de vida de los ocupantes de un espacio interior (USGBC 2009, pág.358).

La investigación y la experiencia han mejorado el entendimiento acerca de la importancia que tiene la calidad del aire interior y que el desarrollo de nuevas tecnologías y prácticas constructivas pueden prevenir los problemas generados por en un espacio contaminado (USGBC 2009, pág.358).

Esta categoría de créditos está enfocada a mejorar la calidad del aire interior aplicando estrategias asociadas con el consumo energético eficiente, aportando los cambios necesarios de aire y el manejo correcto de los contaminantes que se

encuentran al interior, para de esta manera disminuir las enfermedades respiratorias, y aumentar la productividad de las empresas (USGBC 2009, pág.358).

4.5.1 IEQ PRERREQUISITO 1: Desempeño mínimo de la calidad del aire ventilado.

N/A

Objetivo:

Establecer un desempeño mínimo de calidad de aire interior para aumentar la calidad del aire interior en edificios, mientras se contribuye al confort y bienestar de los ocupantes (USGBC 2009, pág.369).

Estrategia:

Por ser un edificio Core and Shell no es posible diseñar el sistema de ventilación de aire dentro de las oficinas, pero se dispondrá de una tubería conectada a una torre de enfriamiento manejada con agua tibia y controlada por una válvula de paso para cada oficina con el fin de extraer el aire caliente que se genera al interior del recinto. Este sistema sirve para que el propietario de la oficina pueda instalar aire acondicionado sin afectar la arquitectura.

Genera o no una inversión adicional?

No, porque el diseño del sistema de ventilación asistida está concebido como se hace tradicionalmente en las edificaciones el cual cumple con los estándares establecidos por LEED (Gómez 2011).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

El hecho de proveer una mínima calidad de aire interior garantiza el confort, la productividad, y bienestar de los habitantes del edificio comparado, con los edificios que tienen un desempeño pobre en cuestiones de calidad del aire interior, ya que no realizan una renovación constante del aire por lo cual se incrementan las tasas de enfermedades contagiosas en estos espacios (USGBC 2009, pág.369)

- Económicos:

Comparado con la norma ASHRAE 62.1-2007 requiere estándares de ventilación adecuada en muchas aéreas, según LEED este prerrequisito no genera un costo adicional (USGBC 2009, pág.369).

4.5.2 IEQ PRERREQUISITO 2: Control ambiental del uso del tabaco.

N/A

Objetivo:

Minimizar o prevenir la exposición de los ocupantes del edificio, espacios internos y sistemas de distribución de ventilación de aire del Humo Ambiental del Tabaco (ETS) (USGBC 2009, pág.369)

Estrategia:

No está permitido el consumo de tabaco en el interior del edificio eso incluye también las terrazas y cubierta, la persona que quiera fumar tendrá que salir fuera de los límites del edificio (3 m de las puertas)(Bravo 2011).

Genera o no una inversión adicional?

No, debido a que en este proyecto se optó por la opción propuesta por LEED de no permitir el consumo de tabaco dentro de los límites del edificio, por lo cual no es necesario adecuar espacios que permitan el consumo del mismo (Bravo 2011).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

El beneficio ambiental es directamente para los ocupantes del edificio, los cuales se sentirán más cómodos en sus ambientes de trabajo, generando así más productividad entre los trabajadores, menos absentismo en los puestos de trabajo, y menos enfermedades en la comunidad (USGBC 2009, pág.369)

- Económicos:

La creación de espacios para fumadores dentro del edificio genera costos en el diseño y la construcción, así como en el mantenimiento y en ventilación de este tipo de áreas (USGBC 2009, pág.369)

4.5.3 IEQ CRÉDITO 1: Monitoreo y suministro del aire exterior, IEQ CRÉDITO 2: Incremento de ventilación.

1-Punto

Objetivo IEQ Crédito 1:

Proporcionar capacidad de monitoreo del sistema de ventilación para ayudar a sustentar confort y calidad de vida a los ocupantes (USGBC 2009).

1-Punto.

Objetivo IEQ Crédito 2:

Proporcionar ventilación exterior adicional para mejorar la calidad del aire interior IAQ (Indoor air quality) para mejorar el confort de los ocupantes, el bienestar y la productividad (USGBC 2009, pág.369).

Estrategia:

Se entregará en cada oficina un ventilador que en un arreglo tome aire exterior para garantizar a los usuarios, que se tiene el mínimo y un poco más de cambio de volumen de aire establecido en los estándares de ASHRAE 62.1, basado en la cantidad de ocupantes en el lugar(Gómez 2011).

El monitoreo no se realizará en los pisos del edificio, ya que por ser un proyecto Core and Shell no tienen acceso a las oficinas, sino solamente a las áreas comunes las cuales son pequeñas comparadas con el área privada vendible y además éstas- las áreas comunes- son zonas de circulación que no tienen altos niveles de CO₂ en la atmósfera por lo tanto es innecesario su monitoreo. Los parqueaderos, por ser espacios con altas concentraciones de CO₂ debido a las emisiones generadas por los vehículos, si se dispondrán de sensores de CO₂ con el fin de activar ventiladores de velocidad variable la cual cambia según los niveles que detecte (Gómez 2011).

Genera o no una inversión adicional?

No, porque el diseño del suministro de aire exterior está concebido como se hace tradicionalmente en las edificaciones el cual cumple con los estándares establecidos por LEED (Gómez 2011).

Beneficios y aspectos a considerar IEQ Crédito 1:

- Ambientales:

La medición de las concentraciones de dióxido de carbono mantienen la tasa de ventilación adecuada, pero el aumento de esta genera gastos adicionales de energía lo cual aumenta la polución en agua y aire(USGBC 2009, pág.369)

- Económicos:

La instalación de sistemas para monitorear el dióxido de carbono y ventilación requiere una inversión adicional en equipos, instalación, calibración anual, y mantenimiento, de todas maneras estos sistemas permiten al personal de mantenimiento, detectar problemas en la ventilación rápidamente, y tomar acciones correctivas de la misma manera. Estos sistemas generan un costo adicional al inicio del proyecto, comparado con los edificios que no poseen este tipo de monitores, pero de todas maneras se reduce la ausencia de los trabajadores en sus puestos de trabajo aumentando así la productividad lo cual a largo plazo genera ganancias(USGBC 2009, pág.369).

Beneficios y aspectos a considerar IEQ Crédito 2:

- Ambientales:

Las personas gastan el 90% de su tiempo en el interior de las edificaciones, donde las concentraciones de contaminantes es mayor en comparación al exterior. Estos generan impactos importantes en la salud de los ocupantes, por lo tanto el incremento en la ventilación mejora la calidad del aire disminuyendo así este impacto (USGBC 2009, pág.369)

- Económicos:

El incremento en las tasas de ventilación genera un aumento en los costos, según el clima en el cual se encuentre la edificación, es decir que entre más ventilación requiera más costosa será. Por otro lado la ventilación natural puede tener menos equipos comparado con la ventilación mecánica de un edificio, pero genera costos adicionales en el diseño para el tipo de operación de las ventanas, y los elementos que permitan la ventilación pasiva. Y en cuanto a la energía y costos de mantenimiento estos tienen a disminuir con respecto a los generados por la ventilación mecánica (USGBC 2009, pág.369).

4.5.4 IEQ CRÉDITO 3.1: Plan para manejo del aire interno- durante la construcción.

1-Puntos

Objetivo:

Reducir problemas de calidad del aire resultantes de los procesos de construcción/remodelación en orden a ayudar a proporcionar el confort y bienestar de los trabajadores de la construcción y de los ocupantes de la construcción (USGBC 2009, pág.369).

Estrategia:

- Los materiales porosos se almacenarán en sitios que no sean húmedos ni cerca de fuentes contaminantes(Ramírez 2011b).
- No se van a utilizar materiales con alto contenido de VOC en el interior del edificio(Ramírez 2011b).
- Una vez terminado un piso se sellará para evitar el acceso de los trabajadores y de esta manera no contaminen el área que ya se encuentra terminada(Ramírez 2011b).
- No se va a usar el sistema de ventilación durante la construcción y los ductos se pedirán sellados de principio a fin(Ramírez 2011b).

Genera o no una inversión adicional?

No, porque consiste en la generación de un plan en el cual se implementen todas las estrategias mencionadas anteriormente, y la realización de este está a cargo de la coordinación LEED del proyecto.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

La demolición y la construcción conducen a una mayor exposición a los contaminantes del aire interior mediante la introducción de materiales sintéticos, vehículos, equipos de producción y el material de acabado. Este tipo de contaminación puede ir en aumento si no se controlan adecuadamente los contaminantes que se producen en este tipo de actividades, por eso el manejo adecuado de los procesos de construcción genera un aire más limpio y la reducción de material particulado en el mismo (USGBC 2009, pág.369).

- Económicos:

Este tipo de aspectos consideran el tiempo invertido en la limpieza y mantenimiento del sitio de la construcción,(USGBC 2009, pág.369) lo cual debe considerarse como una actividad aledaña al desarrollo de la misma, por lo tanto no trae aumentos en los costos, ya que el mismo personal encargado del desarrollo de la obra está en capacidad para cumplir con las actividades mencionadas anteriormente.

**4.5.5 IEQ CRÉDITO 4.1: Adhesivos y sellantes de baja emisión, IEQ
CRÉDITO 4.2: Pinturas y cubrimientos de baja emisión, IEQ
CRÉDITO 4.3: Sistemas de pisos de baja emisión.**

1-Punto C/U

Objetivo:

Reducir la cantidad de contaminantes del aire al interior que sean olorosos, irritantes y/o dañinos para la comodidad y para el bienestar de instaladores y de ocupantes (USGBC 2009, pág.369).

Estrategia:

Adquirir materiales que tengan bajo contenido de VOC en pinturas, sellantes y adhesivos los cuales se pueden conseguir en Colombia.

Genera o no una inversión adicional?

Sí, pero en cuanto a materiales, ya que se requieren con bajo contenido de VOC lo cual genera un costo adicional debido a que estos aun no cuentan con un mercado amplio en el área de la construcción, por la poca demanda y por los requerimiento de fabricación especiales de los mismos.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

Los VOCs (Volatile organic compound o Compuestos volátiles orgánicos) reaccionan con la luz del sol y con el oxido de nitrógeno de la atmosfera formando un compuesto químico dañino para la salud humana, bosques, cultivos, y ecosistemas en general, el efecto humano consiste en afectación pulmonar generando daños en el tejido de los pulmones generando así reducciones en la función pulmonar (USGBC 2009, pág.369).

- Económicos:

En el mercado de la construcción se están creando nuevas alternativas de productos con bajo contenido de VOC, sin embargo en la actualidad estos son un poco mas costos en comparación con los productos usados tradicionalmente, ya que se consideran nuevos en esta industria, y en algunos casos son difíciles de conseguir, pero se espera que en el futuro este tipo de materia prima será más fácil de adquirir y por tanto tendrán un precio más competitivo en el sector (USGBC 2009, pág.369).

4.5.6 IEQ CRÉDITO 6.1 Control de sistemas de iluminación.

N/A

Objetivo:

Proporcionar un alto nivel de control de los sistemas de iluminación por los ocupantes individualmente o por grupos específicos en espacios de múltiple ocupación (p.ej. salones de clase o salones de conferencia) para promover la productividad, el confort y el bienestar de los ocupantes del edificio (USGBC 2009).

Estrategia:

Se empleará un sistema de iluminación eficiente, entendiéndose como sistema las luminarias, balastos, transformadores o fuentes de luz, los cuales en conjunto deben brindar un servicio óptimo de iluminación en las áreas comunes del proyecto. Las luminarias se controlarán por medio de sensores que se activan solo cuando se requiere y se apagan automáticamente cuando nadie necesita el servicio (Sierra 2011).

Además, para el área de oficinas, se estipularán unos parámetros en cuanto a iluminación de las mismas, que los futuros dueños deberán cumplir y tendrán como requisito unas eficiencias y controles mínimos en el sistema que coloquen. Todos los lineamientos acerca del control de la iluminación en las oficinas se estipularán en la guía para los arrendatarios(Sierra 2011).

Genera o no una inversión adicional?

No, porque estos sistemas eficientes se emplean en las construcciones tradicionales, especialmente para las zonas comunes como lo son los pasillos y lobby principalmente.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

Proveer a control individual a los ocupantes sobre la cantidad de luz en sus puestos de trabajo aumenta el confort y la productividad (USGBC 2009, pág.369).

- Económicos:

Lámparas de trabajo adicionales y controles de iluminación podrían aumentar los costos iniciales del proyecto aunque estos son generalmente compensados por una reducción de la carga de calor y puede permitir a los diseñadores reducir al mínimo los niveles de luz ambiente así como el número de aparatos instalados y lámparas.

Por otro lado es importante acompañar este tipo de infraestructura con una capacitación a los ocupantes del edificio con el fin de evitar gastos innecesarios de luz lo cual podría causar un efecto contrario tal como el aumento en los consumos energéticos. (USGBC 2009, pág.369).

4.5.7 IEQ CRÉDITO 6.2: Controles de sistemas de confort térmico.

1-Punto.

Objetivo:

Proporcionar un alto nivel de control del sistema de confort térmico de los ocupantes individualmente o por grupos específicos en espacios de ocupación múltiple (p.ej: aulas de clase o salas conferencia) para promover la productividad, la comodidad y el bienestar de los ocupantes del edificio (USGBC 2009, pág.369).

Estrategia:

En las áreas comunes se colocarán termostatos para regular la temperatura del lugar según la ocupación del recinto. Éste se controlará manualmente pero está conectado con el sistema de aire acondicionado del edificio(Ramírez 2011a).

Habrà un controlador de aire asistido el cual ayuda a renovar el aire a través de ventiladores que inyectan aire natural en áreas comunes, este sistema no está

conectado al aire acondicionado, por lo que se considera un sistema de ventilación asistida (Ramírez 2011a).

Las ventanas del edificio no se podrán abrir, pero los ocupantes tendrán acceso a controladores donde podrán prender o apagar la ventilación (Ramírez 2011a).

Por otro lado es importante tener en cuenta que la iluminación afecta de manera importante el desempeño de este crédito, ya que las luminarias son una fuente de calor, por lo tanto los arrendatarios deberán adquirir un sistema de iluminación el cual tenga en cuenta el confort térmico(Sierra 2011).

Genera o no una inversión adicional?

Sí, ya que las modificaciones que se deben hacer para seguir este tipo de estrategias, consiste en la adecuación de acometidas adicionales a las de un edificio tradicional, para que la persona o empresa que tome la oficina pueda conectar los diferentes sistemas requeridos, para el confort térmico según los lineamientos establecidos por LEED los cuales quedaran de obligatorio cumplimiento en el reglamento de propiedad horizontal del edificio el cual garantiza que los equipos usados sean acordes a la norma LEED.

Por otro las estrategias plantadas para llevar a cabo el confort térmico en las zonas comunes son las mismas que se manejarían en un edificio tradicional de esta categoría.

Beneficios y aspectos a considerar:

- Económicos:

La mayoría de las quejas presentadas por los ocupantes de una oficina consiste en el descontento que sienten al no tener la temperatura adecuada en sus puestos de trabajo, la mejora en este tipo de situaciones aumenta la productividad y reduce las quejas (USGBC 2009, pág.369).

El control de estos sistemas puede aumentar los costos iniciales del proyecto sin embargo estos son compensados por el ahorro de energía llevando a cabo estrategias como detectores de ocupación automáticos, ventilación natural y protecciones solares, las cuales deben estar acompañadas de capacitaciones a los ocupantes ya que si no hay conciencia y se abusa de los controles que se tienen se podría estar obteniendo el efecto contrario (USGBC 2009, pág.369).

4.5.8 IEQ CRÉDITO 8.2 Vista exterior.

1-Punto

Objetivo:

Proporcionar a los ocupantes del edificio una conexión entre los espacios internos y el exterior a través de la introducción de la luz del día y las vistas en las áreas regularmente ocupadas del edificio(USGBC 2009, pág.369).

Estrategia:

Este crédito está de fácil cumplimiento debido a que es un edificio con fachadas en vidrio laminado por lo tanto se tiene acceso a la vista exterior , es factible que en la guía de arrendatarios se proponga una distribución tal que permita un acceso a la vista exterior de más del 90% de los ocupantes de la oficina (Ramírez 2011a).

Genera o no una inversión adicional?

En este caso no genera una inversión adicional, ya que los diseños de fachada estaban propuestos antes que se considerara que el edificio aspirara a la certificación LEED, en el caso que hubiesen cambiado la disposición del edificio con el fin de obtener más fachada la inversión habría sido importante, ya que generar vista es más costoso (Rodríguez 2011).

Beneficios y aspectos a considerar:

- Ambientales:

Proveer acceso a la vista exterior permite a los ocupantes del edificio una conexión visual con el ambiente a su alrededor, además esta área de vidrio permite reducir consumos en luz interior (USGBC 2009, pág.369).

- Económicos:

La fachada de vidrio adicional es necesaria para facilitar el acceso a puntos de vista los cuales pueden aumentar los costos iniciales del proyecto y conducir al aumento de la temperatura si no se diseña adecuadamente, aunque está demostrado que las oficinas con luz natural y conexión visual suficiente aumentan la productividad de los ocupantes y el confort, generando así mas ganancias para la empresa (USGBC 2009, pág.369).

4.6 PROCESO E INNOVACIÓN EN DISEÑO

Las estrategias y medidas para un diseño sostenible están en constante evolución y mejoramiento (USGBC 2009), y debido a que nueva tecnología se ha introducido en el mercado de la construcción, los diseñadores se ven cada vez más influenciado por está, porque aumentan la eficiencia en varias aspectos de sus proyectos y contribuyen cada vez más a ser edificios ambientalmente amigables.

El propósito de esta categoría es reconocer a los proyectos que tengan diseños innovadores además de prácticas sostenibles dentro del mismo, en donde se exceda el desempeño de los requerimientos existentes en los créditos LEED o que implementen estrategias no contempladas en la norma para adquirir beneficios sostenibles adicionales. Así mismo, se pueden ganar puntos cuando se incluyen profesionales acreditados LEED en el equipo de diseño y construcción (USGBC 2009) para facilitar el proceso de acreditación del edificio, y además para tener un

diseño integrado a partir de aportes creativos de todos los profesionales involucrados.

4.6.1 ID CRÉDITO 2: Profesional acreditado LEED.

1 punto

Objetivo:

Apoyar y animar la integración en el diseño requerida por LEED para agilizar el proceso de solicitud y certificación (USGBC 2009).

Estrategia:

Se tienen dos arquitectos de planta LEED AP los cuales están desde el inicio hasta la finalización del proyecto coordinando el desarrollo de la obra (Bravo 2011).

Por otro lado, el proyecto cuenta con la ayuda de un optimizador energético que también es LEED AP, durante un tiempo de 5 meses (Bravo 2011).

Genera o no una inversión adicional?

Si, estos profesionales tienen un valor adicional porque en construcciones tradicionales no se cuenta con la asesoría de los mismos durante la realización del proyecto. Por ser un cargo adicional, la contratación de estos profesionales es cien por ciento diferencial, con respecto a un proyecto tradicional (Bravo 2011).

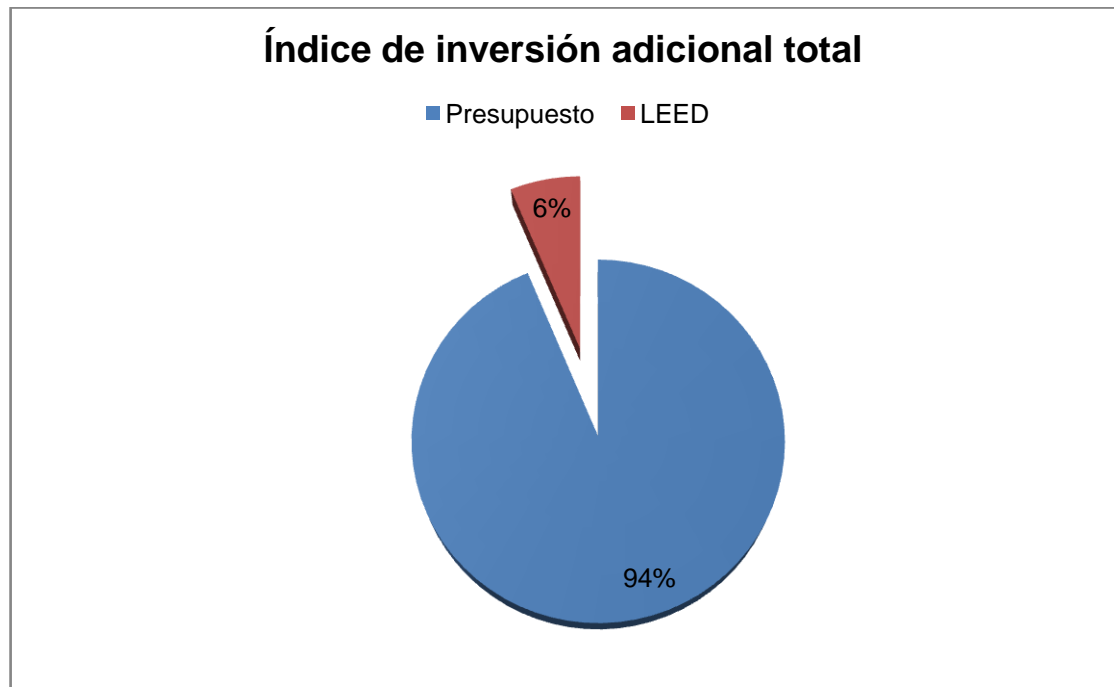
Beneficios y aspectos a considerar:

Los profesionales acreditados LEED tienen la experiencia requerida para el diseñar un edificio con los estándares LEED y coordinar el proceso de

documentación que es necesaria para la certificación LEED. Además el profesional acreditado entiende la importancia de la integración del diseño y la necesidad de considerar las interacciones entre los prerrequisitos y créditos y sus respectivos criterios. Arquitectos, ingenieros, consultores, dueños, y los otros que tienen un interés fuerte en los edificios sostenibles son todos candidatos apropiados para la acreditación. Los LEED AP son miembros integrales de los equipos del proyecto y pueden además educar a otros miembros del equipo de diseño sobre LEED y los edificios verdes (USGBC 2009, pág.260).

5. ÍNDICE DE INVERSIÓN

5.1 Índice de inversión total



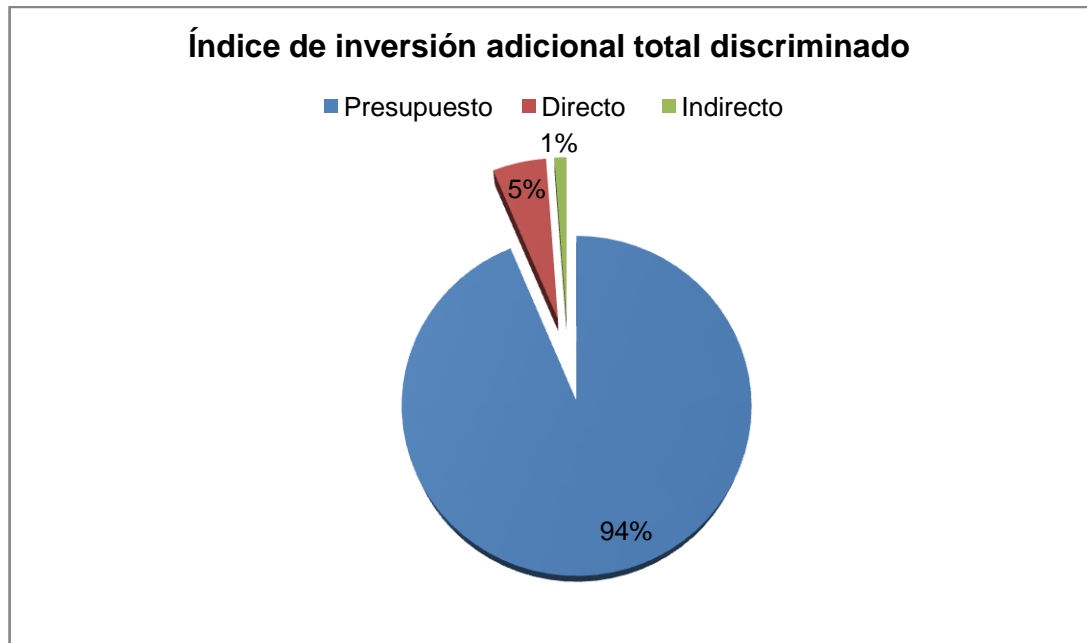
Gráfica 3. Índice de inversión adicional Total

En la Gráfica 3 se muestra el porcentaje de inversión adicional total que se debe hacer para obtener un edificio con certificación LEED plata. Para conseguir este resultado fue necesaria la revisión en el presupuesto de cada uno de los ítems pertenecientes a la lista de créditos de éste proyecto en particular en los costos directos e indirectos, además de las entrevistas previas a los diferentes profesionales involucrados en el proceso de diseño y construcción.

En primer lugar, se determinó cual de los créditos concernientes a la lista requería de una inversión adicional de acuerdo al concepto de cada uno de los involucrados en el proyecto, todo esto debido a que ellos son los encargados de aplicar las estrategias sugeridas por la norma LEED y tienen conocimiento acerca de la inversión que cualquiera de ellas puede llegar a generar. Luego, se exploró el presupuesto para identificar en él los ítems que se relacionaban con el crédito, y en algunos casos fue necesario analizar el APU con el fin de determinar el porcentaje de materiales específicos dentro de éste, para así tener datos más precisos.

Una vez calculado el valor total LEED, se procedió a investigar el costo de cada ítem relacionado con el crédito, para esto, se realizó una comparación con el mismo proyecto si éste no estuviera aspirando a una certificación LEED y se acudió a diferentes proveedores para obtener el valor de algunos de materiales requeridos en la investigación.

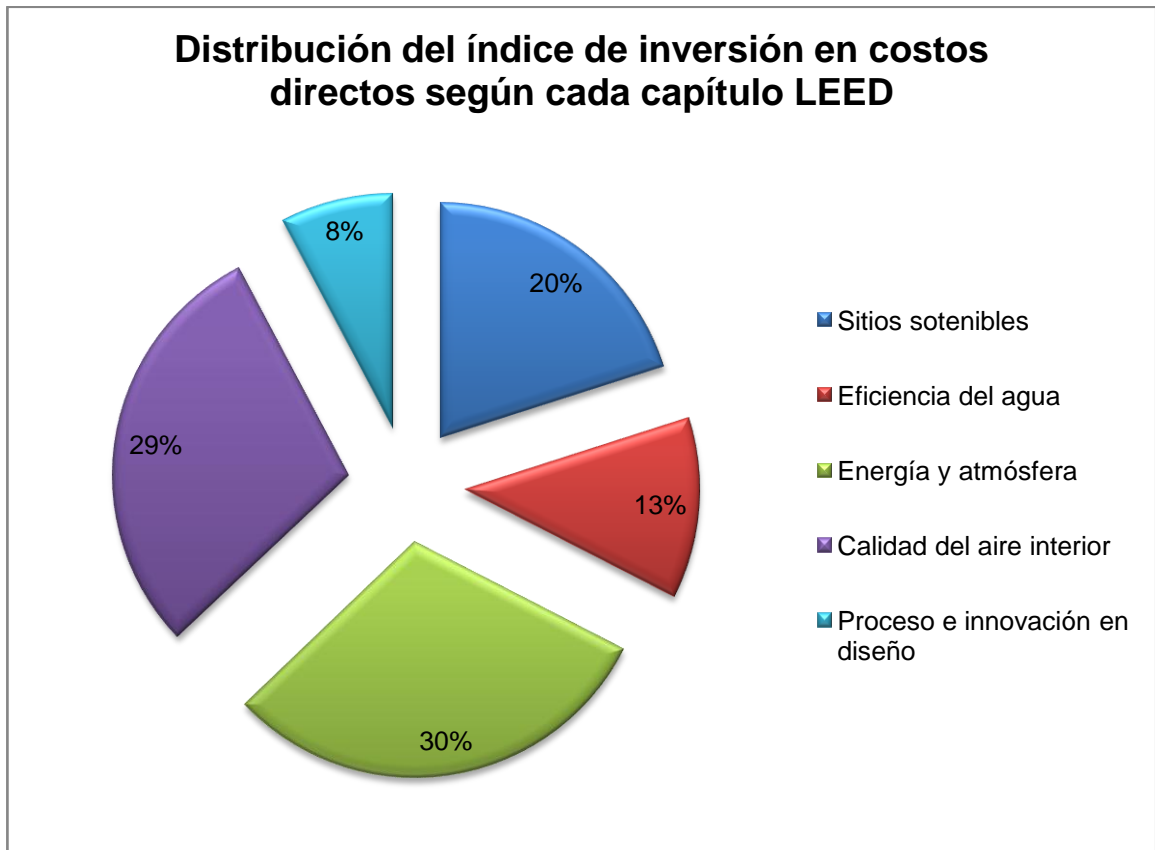
Finalmente se obtuvo una diferencia para cada crédito, lo que permitió determinar el porcentaje de incidencia que tenía cada uno de éstos en el presupuesto LEED del edificio, donde la suma da como resultado el índice de inversión adicional de 6.31%, sobre el valor total del presupuesto de costos directos e indirectos.



Gráfica 4. Índice de inversión adicional total discriminado

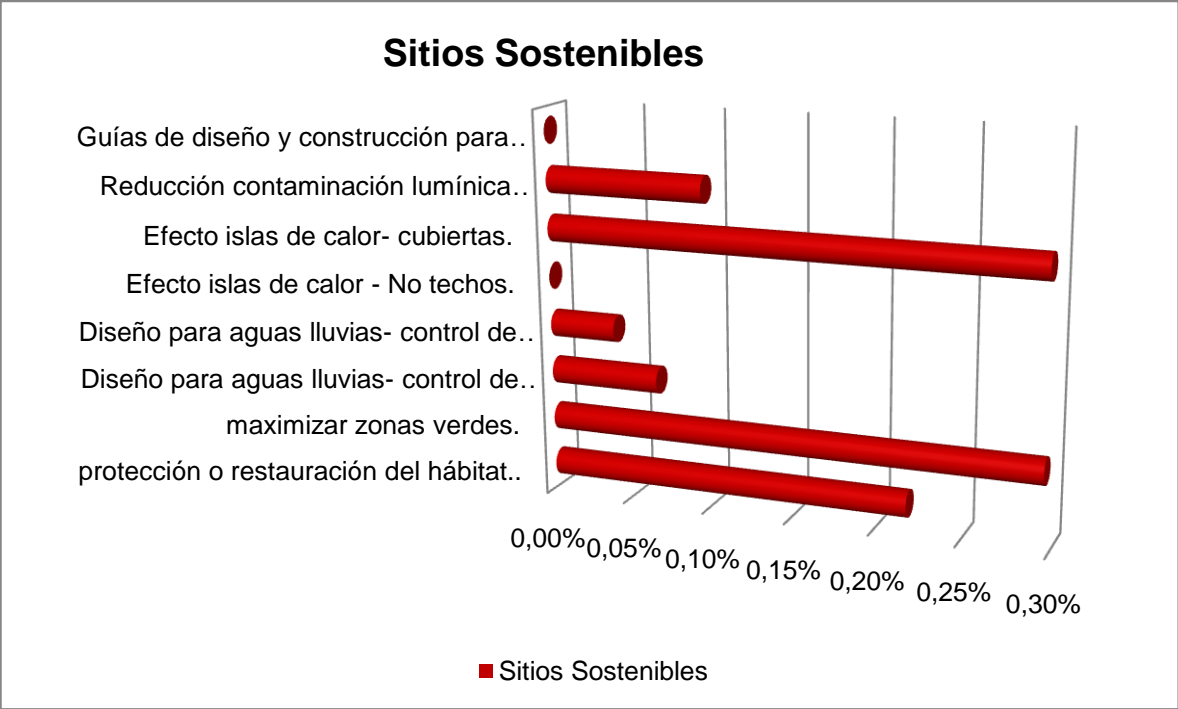
En la Gráfica 4. Índice de inversión adicional total discriminado se observó cómo se distribuye el índice de inversión total entre costos directos y los costos indirectos sobre el presupuesto total del proyecto. Se evidencia como los costos directos tienen una incidencia mayor, del orden del 5.25%, en el índice de inversión adicional total en comparación con los costos indirectos los cuales representan el 1.15% del total del mismo.

5.2 Análisis de Costos Directos



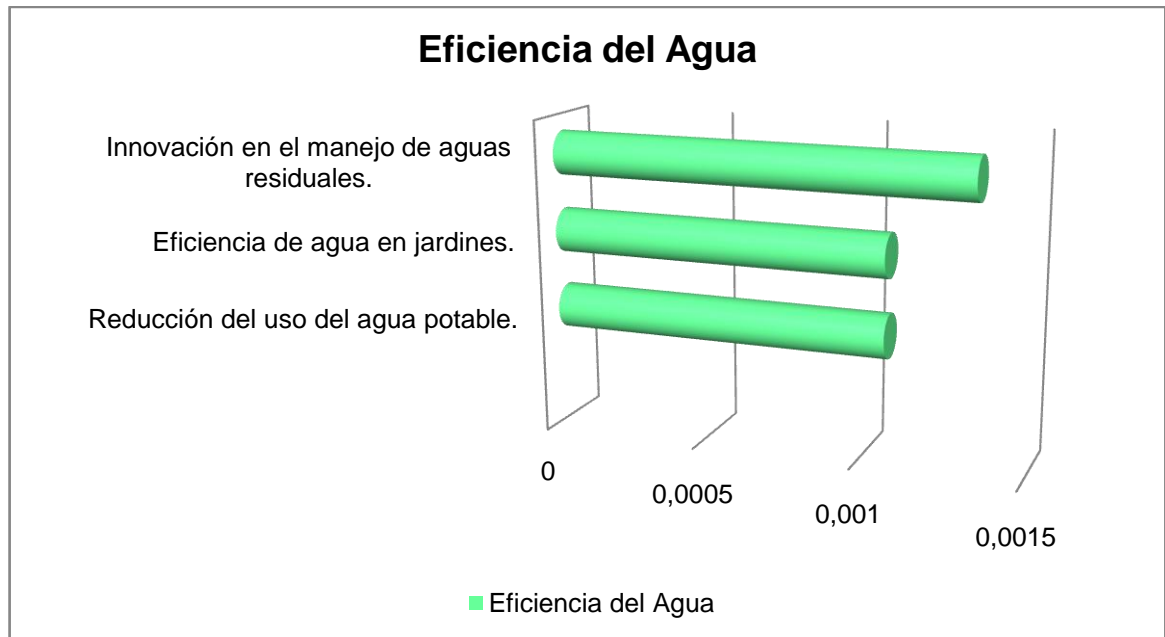
Gráfica 5. Distribución del índice de inversión en costos directos según cada capítulo LEED

La Gráfica 5 representa la distribución del índice de inversión por cada capítulo en costos directos. Como era de esperarse, las mayores inversiones son requeridas en los títulos relacionados con calidad en el aire interior y energía y atmósfera, ya que es necesario importar nuevas tecnologías para el alcance de los mismos puesto que los equipos requeridos no se fabrican en el país.



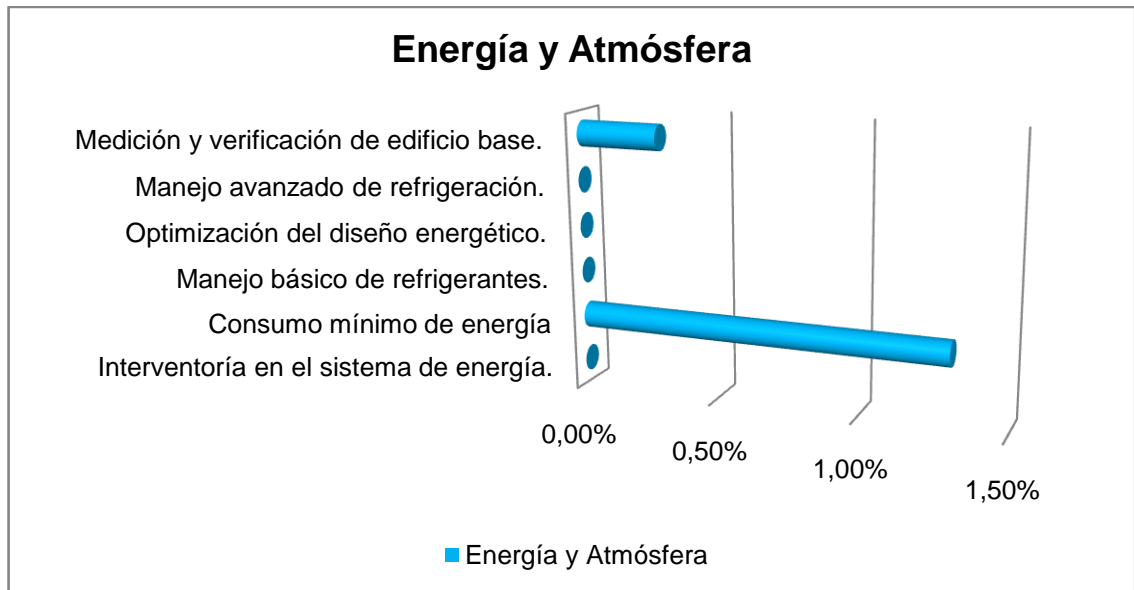
Gráfica 6. Incidencia de los ítems en el capítulo de sitios sostenibles

Por ejemplo, en la Gráfica 6 el ítem que más generó una inversión adicional en sitios sostenibles fue la adecuación de las terrazas y cubiertas verdes, valor que se encuentra distribuido entre los créditos de protección o restauración del hábitat, maximizar zonas verdes y efecto islas de calor en cubiertas.



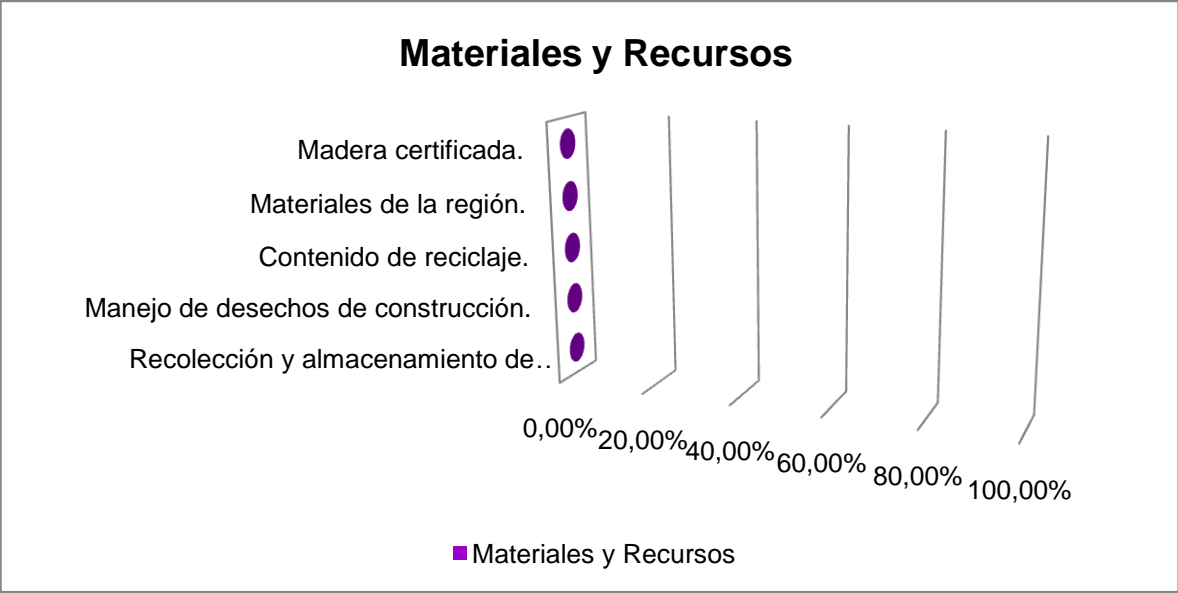
Gráfica 7. Incidencia de los ítems en el capítulo de eficiencia del agua

Por otro lado, en el capítulo de eficiencia del agua, a pesar de necesitar el doble de red para el suministro del agua tanto potable como reciclada, no se aumentan los costos radicalmente debido a que todas las redes requieren de diámetros más pequeños que los tradicionales y esto solo incrementa el capítulo en general en un 0.65% del índice total de costos directos, que representa en porcentaje global el 13% como lo indica la Gráfica 5.



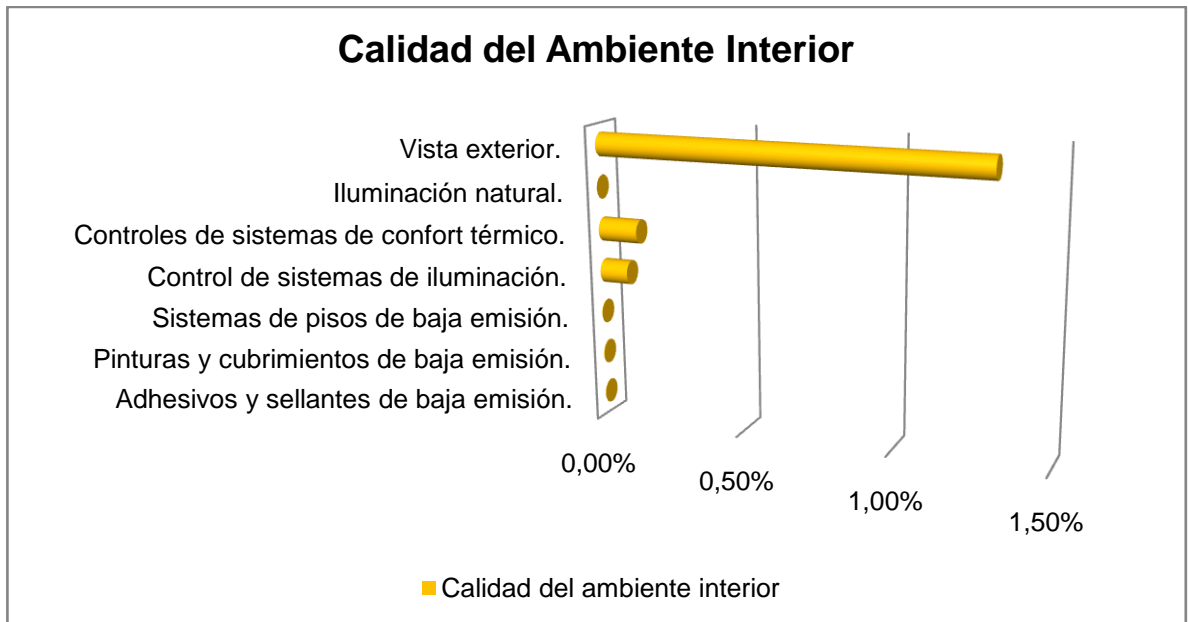
Gráfica 8. Incidencia de los ítems en el capítulo de energía y atmósfera

La reducción del consumo energético incrementó de manera considerable el capítulo de energía y atmósfera por involucrar vidrios en las fachadas de alta tecnología, los cuales son capaces de captar las ondas de luz y no transmitir las ondas de calor. El valores que se obtuvo de este crédito fue del 1.31% del índice total para costos directos



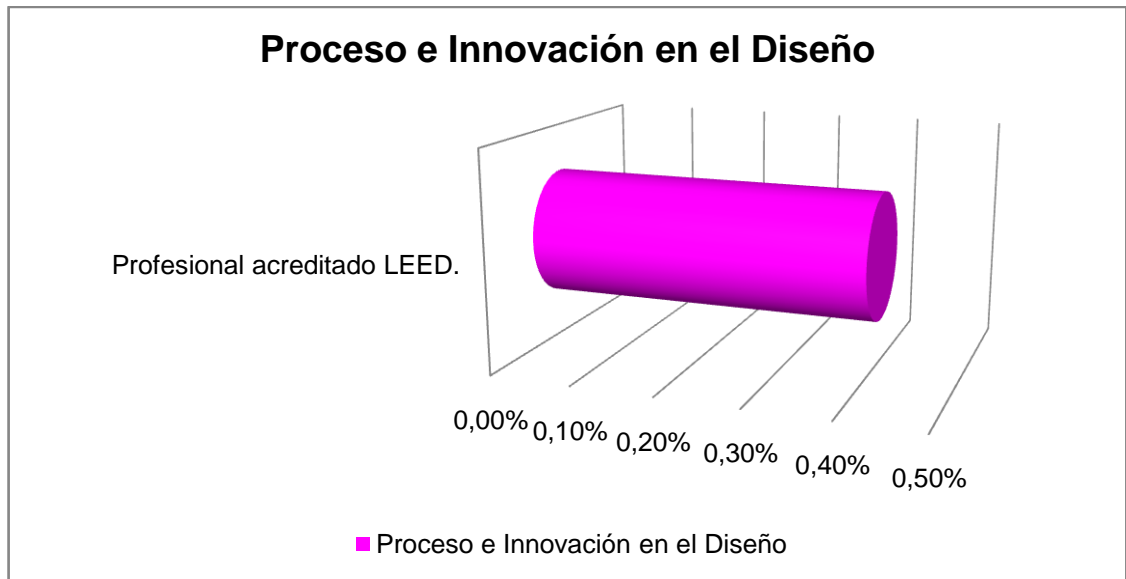
Gráfica 9. Incidencia de los ítems en el capítulo de materiales y recursos

Es importante mencionar que los créditos relacionados con contenido de material reciclable, materiales de la región y manejo de desecho durante la construcción son ítems que generan ahorros, porque actualmente se busca promover el uso de materiales ecológicos y de la región lo cual disminuye las emisiones generadas por el transporte de los mismos.



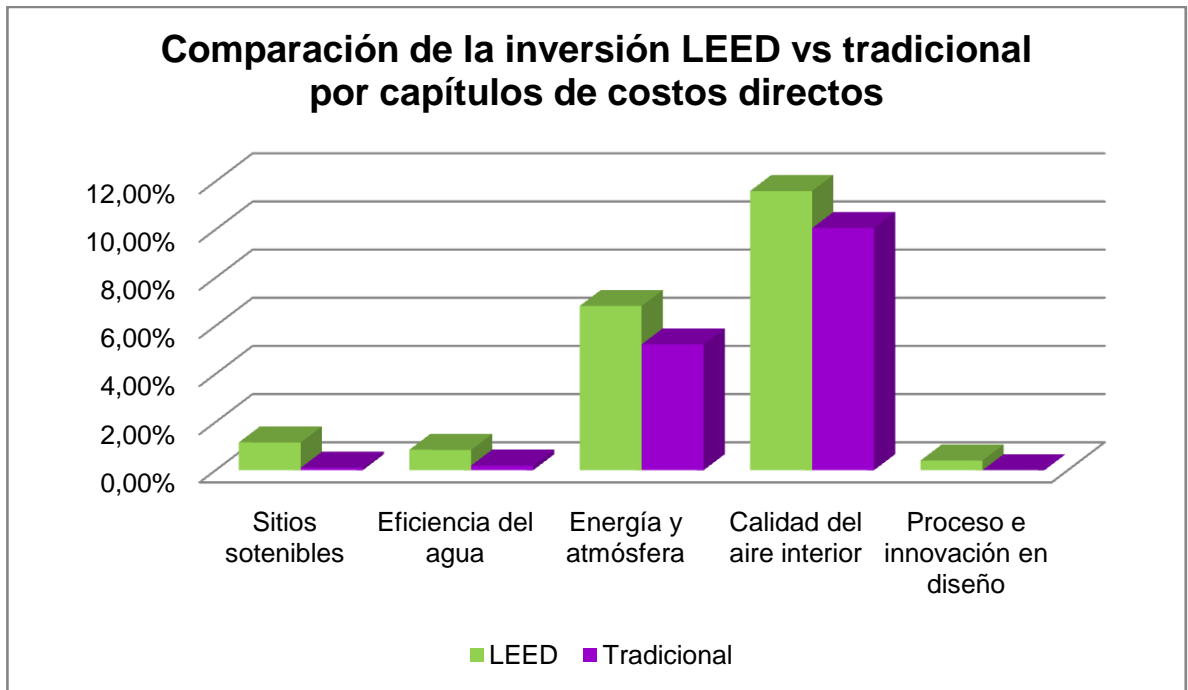
Gráfica 10. Incidencia de los ítems en el capítulo de calidad del ambiente interior

Con respecto a la calidad del ambiente interior, los costos más elevados se encuentran en la generación de vista exterior con un valor de 1.31% (Gráfica 10) dentro del capítulo. Esto se debe a que la fachada tiene un alto porcentaje de incidencia en un presupuesto tanto LEED como tradicional en comparación a los demás ítems que lo componen, y como se planteo en el capítulo de energía y atmosfera el vidrio debe cumplir con una serie de características para satisfacer los estándares LEED y proveer confort y ahorro de energía.



Gráfica 11. Incidencia de los ítems en el capítulo de proceso e innovación en el diseño

Contar con la asesoría de profesionales LEED representa el 0.4% del índice de inversión de costos directos para este proyecto en particular, debido a que los propietarios decidieron tener el apoyo de profesionales extra de los requeridos por la norma, lo cual indica que éste ítem podría reducirse en futuras construcciones verdes.



Gráfica 12. Comparación de la inversión LEED vs tradicional por capítulos de costos directos

Como se observa en la Gráfica 12, el capítulo de energía y atmósfera y calidad de ambiente interior, son los que mayor inversión requieren, sin importar que condición tengan, es decir, que sea tradicional o sea LEED estos siempre tendrán una mayor incidencia en el presupuesto, porque la realización de la fachada requiere de materiales especiales, que sean competentes en los aspectos que se determinaron en el diseño.

Es importante notar que al comparar una inversión LEED con una inversión tradicional, no se observan diferencias mayores al 1.54% por capítulo, lo cual resulta una cifra alentadora para los nuevos constructores, ya que la inversión es relativamente baja en comparación con los beneficios que se obtendrán a mediano y largo plazo.

Tabla 4. Análisis costos directos LEED del proyecto

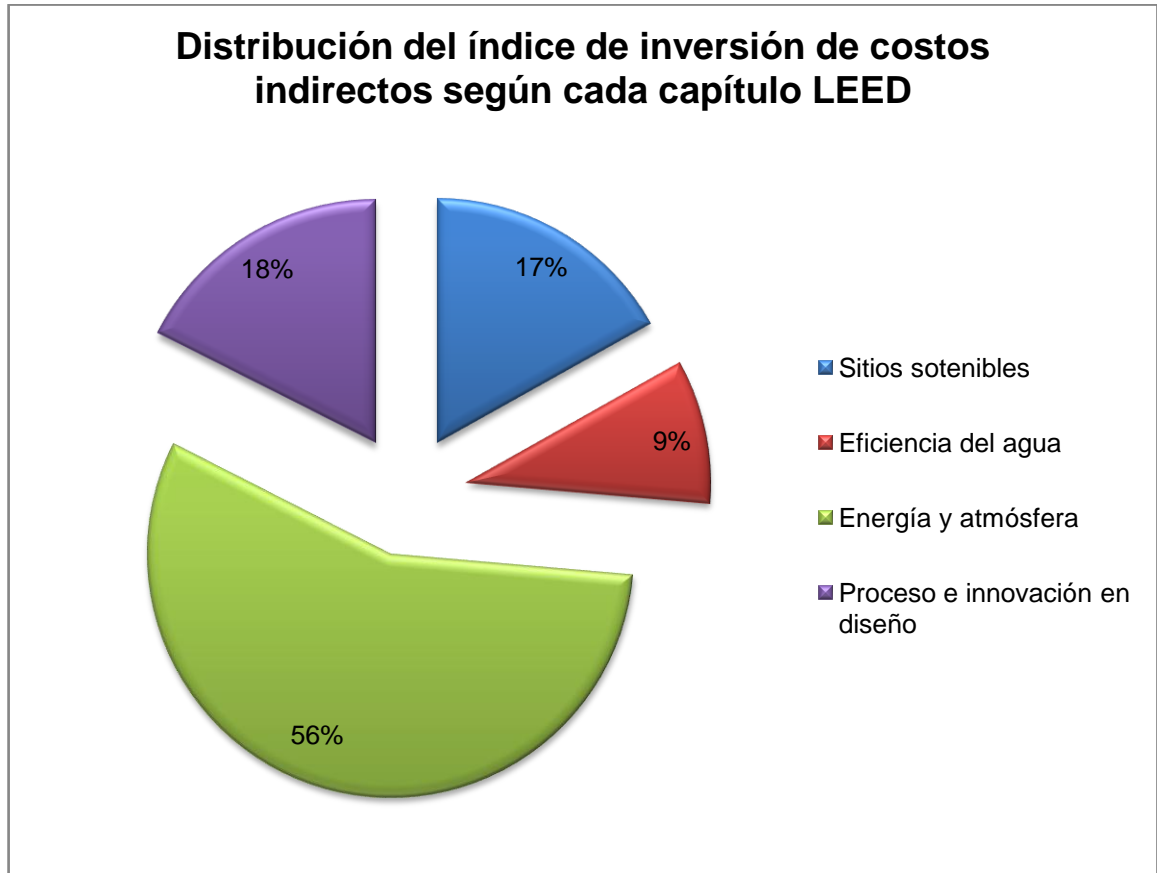
CAPÍTULO	CRÉDITO		% LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
SITIOS SOSTENIBLES						
SS	PRERREQUISITO 1	Prevención de Polución durante la construcción.	0,01%	0,00%	0,01%	0,23%
SS	CRÉDITO 1	Selección del sitio.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 2	Densidad y conectividad	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 3	Desarrollo de terrenos contaminados.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 4.1	Acceso a transporte público.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 4.2	Facilidades para bicicletas.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 4.4	Capacidad de parqueo, transporte alternativo.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 5.1	Protección o restauración del hábitat..	0,30%	0,08%	0,22%	4,16%
SS	CRÉDITO 5.2	Maximizar zonas verdes.	0,30%	0,00%	0,30%	5,64%
SS	CRÉDITO 6.1	Diseño para aguas lluvias- control de cantidad.	0,08%	0,00%	0,08%	1,59%
SS	CRÉDITO 6.2	Diseño para aguas lluvias- control de calidad.	0,05%	0,00%	0,05%	1,03%
SS	CRÉDITO 7.1	Efecto islas de calor - No techos.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 7.2	Efecto islas de calor- cubiertas.	0,30%	0,00%	0,30%	5,64%
SS	CRÉDITO 8	Reducción contaminación lumínica nocturna.	0,12%	0,02%	0,10%	1,84%
SS	CRÉDITO 9	Guías de diseño y construcción para arrendamientos.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL SITIOS SOTNIBLES			1,16%	0,10%	1,05%	20,13%

CAPÍTULO	CRÉDITO		% LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
EFICIENCIA DEL AGUA						
WE	PRERREQUISITO 1	Reducción del uso del agua potable.	0,23%	0,10%	0,14%	2,62%
WE	CRÉDITO 1	Eficiencia de agua en jardines.	0,14%	0,00%	0,14%	2,62%
WE	CRÉDITO 2	Innovación en el manejo de aguas residuales.	0,15%	0,00%	0,15%	2,81%
WE	CRÉDITO 3	Reducción de consumo de agua potable.	0,33%	0,10%	0,23%	4,40%
TOTAL EFICIENCIA DEL AGUA			0,85%	0,20%	0,65%	12,45%
CAPÍTULO	CRÉDITO		% LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
ENERGÍA Y ATMÓSFERA						
EA	PRERREQUISITO 1	Interventoría en el sistema de energía.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EA	PRERREQUISITO 2	Consumo mínimo de energía	6,53%	5,23%	1,31%	24,95%
EA	PRERREQUISITO 3	Manejo básico de refrigerantes.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EA	CRÉDITO 1	Optimización del diseño energético.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EA	CRÉDITO 4	Manejo avanzado de refrigeración.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EA	CRÉDITO 5.1, 5.2	Medición y verificación de edificio base.	0,29%	0,00%	0,29%	5,52%
TOTAL ENERGÍA Y ATMÓSFERA			6,82%	5,23%	1,60%	30,48%

CAPÍTULO	CRÉDITO		% LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
MATERIALES Y RECURSOS						
MR	PRERREQUISITO 1	Recolección y almacenamiento de reciclables.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MR	CRÉDITO 2	Manejo de desechos de construcción.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MR	CRÉDITO 4	Contenido de reciclaje.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MR	CRÉDITO 5	Materiales de la región.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MR	CRÉDITO 6	Madera certificada.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL MATERIALES Y RECURSOS			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CAPÍTULO	CRÉDITO		% LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
CALIDAD EN EL AMBIENTE INTERIOR						
IEQ	PRERREQUISITO 1	Desempeño mínimo de la calidad del aire ventilado.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	PRERREQUISITO 2	Control ambiental del uso del cigarrillo.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 1	Monitoreo y suministro del aire exterior.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 2	Incremento de ventilación.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 3.1	Plan para manejo del aire interno- durante la construcción.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 4.1	Adhesivos y sellantes de baja emisión.	0,12%	0,12%	0,00%	0,02%
IEQ	CRÉDITO 4.2	Pinturas y cubrimientos de baja emisión.	0,19%	0,19%	0,00%	0,04%
IEQ	CRÉDITO 4.3	Sistemas de pisos de baja emisión.	0,12%	0,12%	0,00%	0,02%
IEQ	CRÉDITO 6.1	Control de sistemas de iluminación.	0,12%	0,02%	0,10%	1,84%
IEQ	CRÉDITO 6.2	Controles de sistemas de confort térmico.	4,51%	4,37%	0,14%	2,58%
IEQ	CRÉDITO 8.1	Iluminación natural.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 8.2	Vista exterior.	6,53%	5,23%	1,31%	24,95%
TOTAL CALIDAD EN EL AMBIENTE INTRIOR			11,60%	10,06%	1,54%	29,46%

CAPÍTULO	CRÉDITO		% LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
PROCESO E INNOVACIÓN EN DISEÑO						
ID	CRÉDITO 2	Profesional acreditado LEED.	0,40%	0,00%	0,40%	7,72%
TOTAL PROCESO E INNOVACIÓN EN DISEÑO			0,40%	0,00%	0,40%	7,72%
TOTAL			20,83%	15,58%	5,25%	100,23%
INDICE DE INVERSIÓN TOTAL COSTOS DIRECTOS					5,25%	

5.3 Análisis de Costos Indirectos

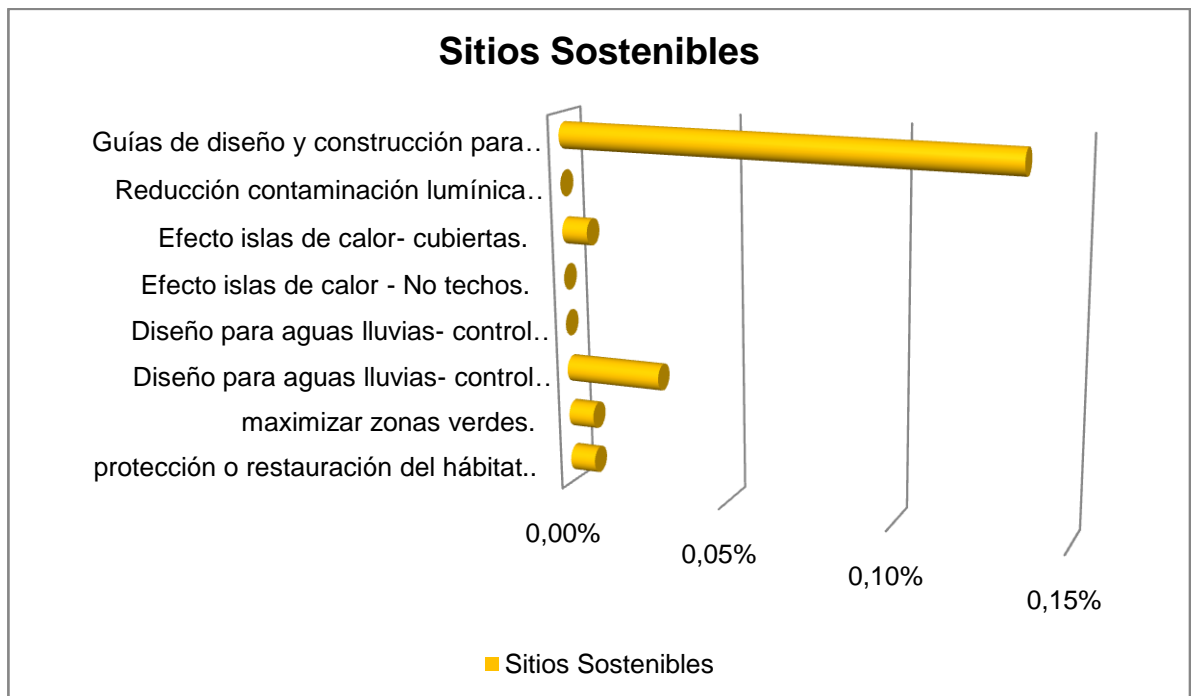


Gráfica 13. Distribución del índice de inversión de costos indirectos según cada capítulo LEED

Los costos indirectos son más representativos en el capítulo de energía y atmósfera (Gráfica 13) porque contiene el 56% del índice de inversión de costos indirectos. Involucran el commissioning internacional, la modelación energética, que para este proyecto en particular involucra un componente nacional y otro extranjero y un asesor externo LEED con experiencia en proyectos de esta magnitud.

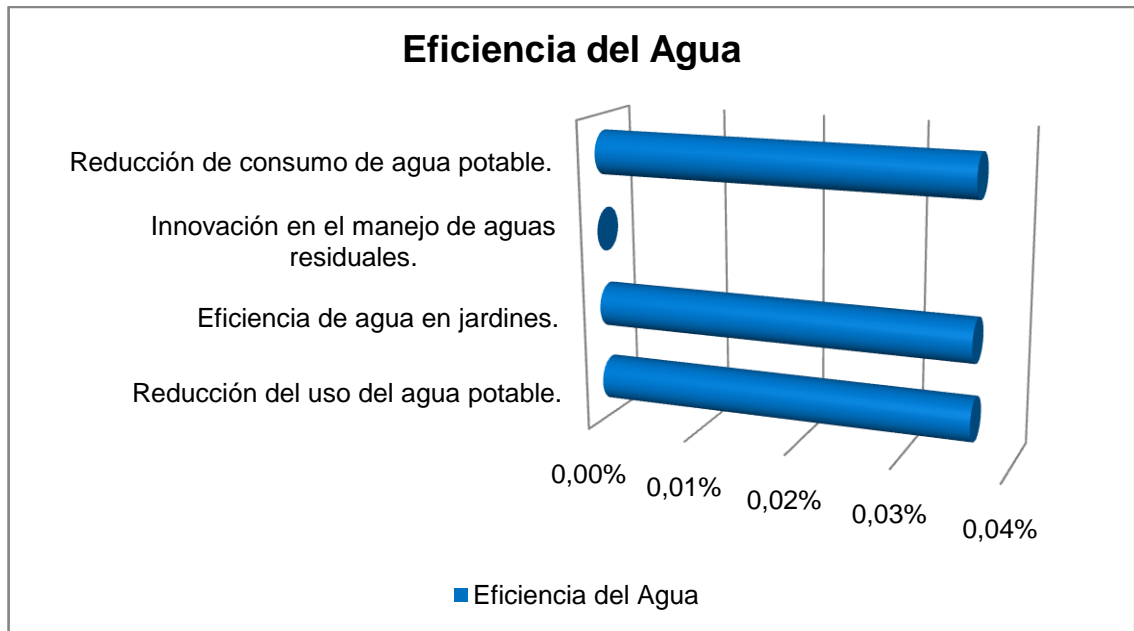
Para la realización de este índice de inversión adicional de costos indirectos, no se tuvieron en cuenta en la realización de la Gráfica 13 los capítulos de materiales y recursos y calidad del aire interior porque estos no generan costos indirectos, por

estar más compuestos de ítems implicados con los costos directos como se muestra en las Gráfica 17 y Gráfica 18 respectivamente.



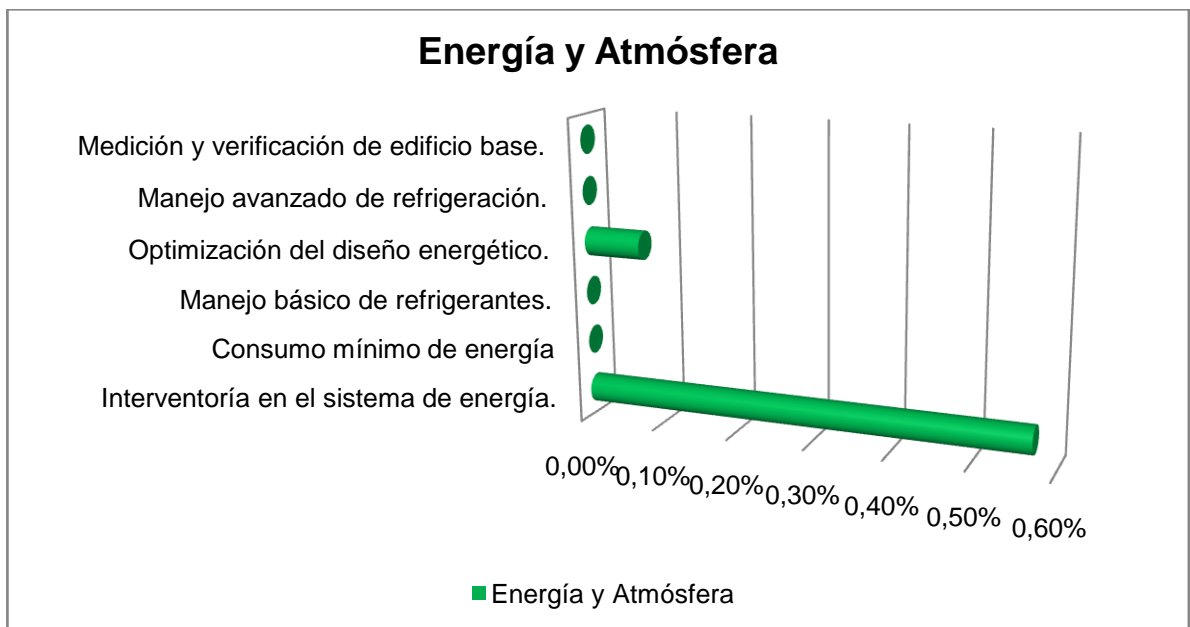
Gráfica 14. Incidencia de los ítems en el capítulo de sitios sostenible

En cuanto a sitios sostenibles las guías de diseño y construcción para arrendatarios las realiza un profesional acreditado LEED el cual se considera una inversión externa que se contempla en los costos indirectos del proyecto, siendo el ítem que más influencia tiene en el capítulo.



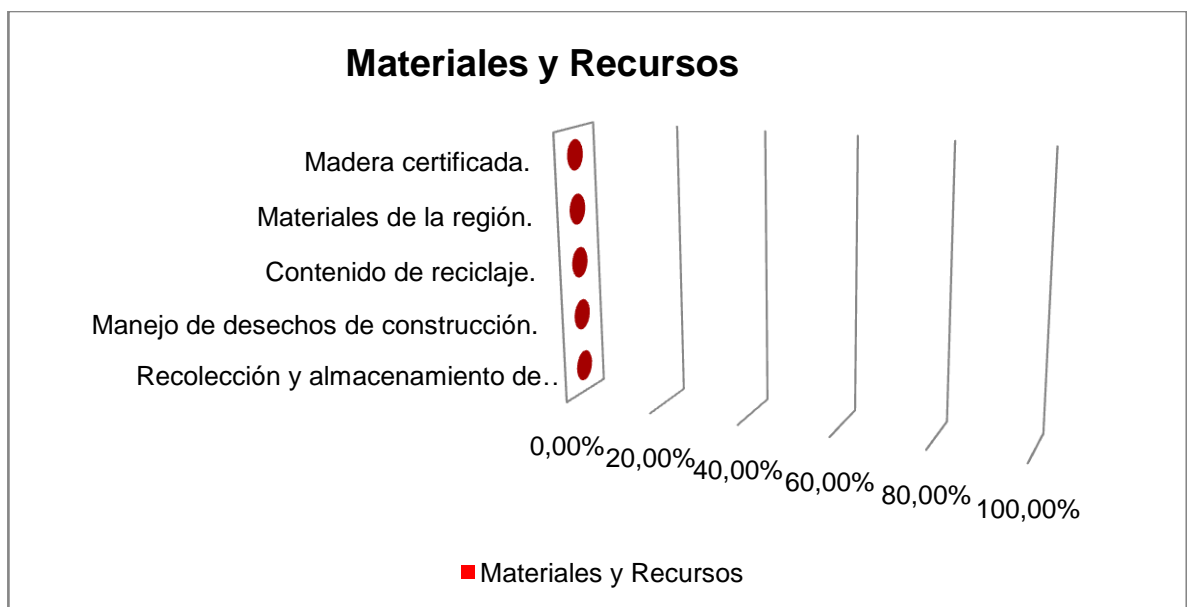
Gráfica 15. Incidencia de los ítems en el capítulo de eficiencia del agua

En lo que respecta al capítulo de eficiencia del agua el costo indirecto relacionado es el diseño hidrosanitario.

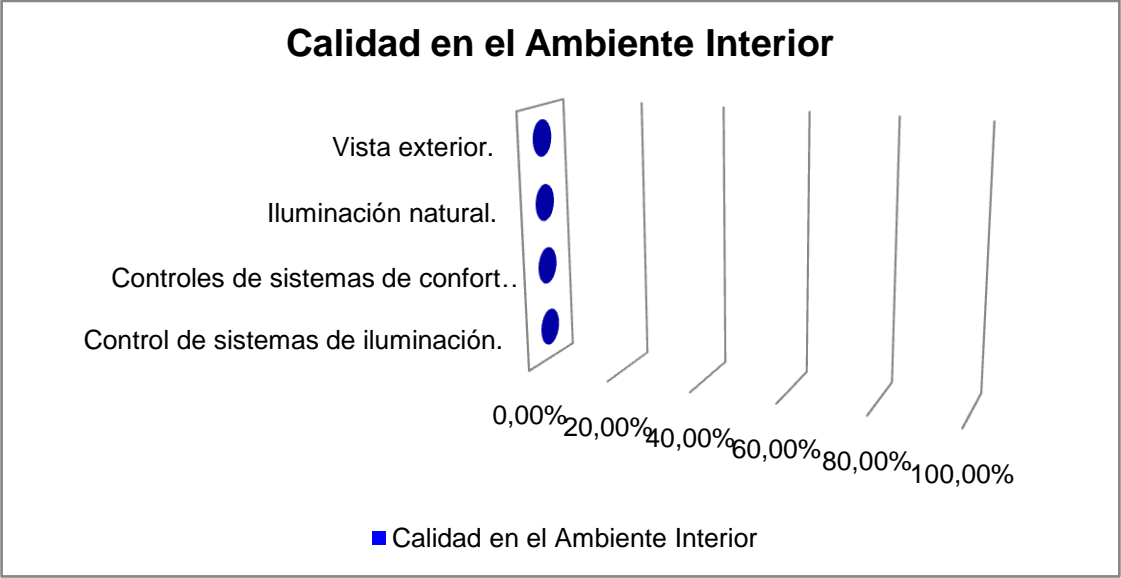


Gráfica 16. Incidencia de los ítems en el capítulo de energía y atmósfera

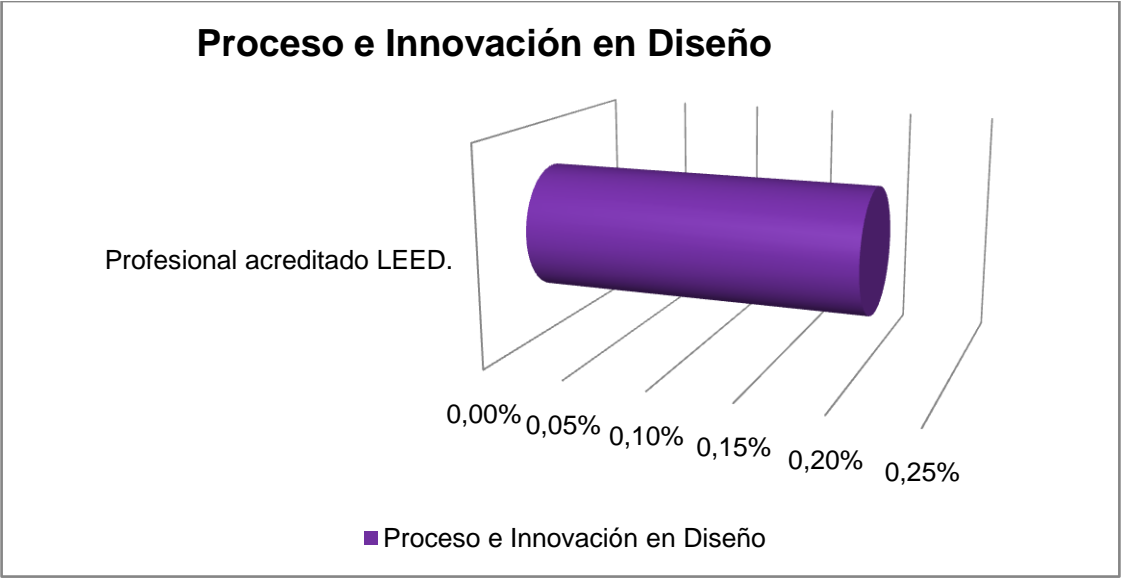
La interventoría en el sistema de energía es uno de los costos indirectos más elevados en un proyecto LEED en este caso el 0.57% del índice de inversión adicional, puesto que ayuda a definir las pautas que hacen que un edificio sea sostenible. Esta asesoría abarca tanto los equipos como un acompañamiento continuo a los diseñadores y propietarios del proyecto, con el propósito de alcanzar la certificación LEED y verificar que se cumplan las metas propuestas, en la etapa inicial del proyecto. En este caso se requirió de la asesoría de dos empresas, una nacional que permitiera un acompañamiento presencial a los profesionales involucrados en el proyecto, y una extranjera que contara con la experiencia de haber manejado proyectos de magnitud similar.



Gráfica 17. Incidencia de los ítems en el capítulo de materiales y recursos



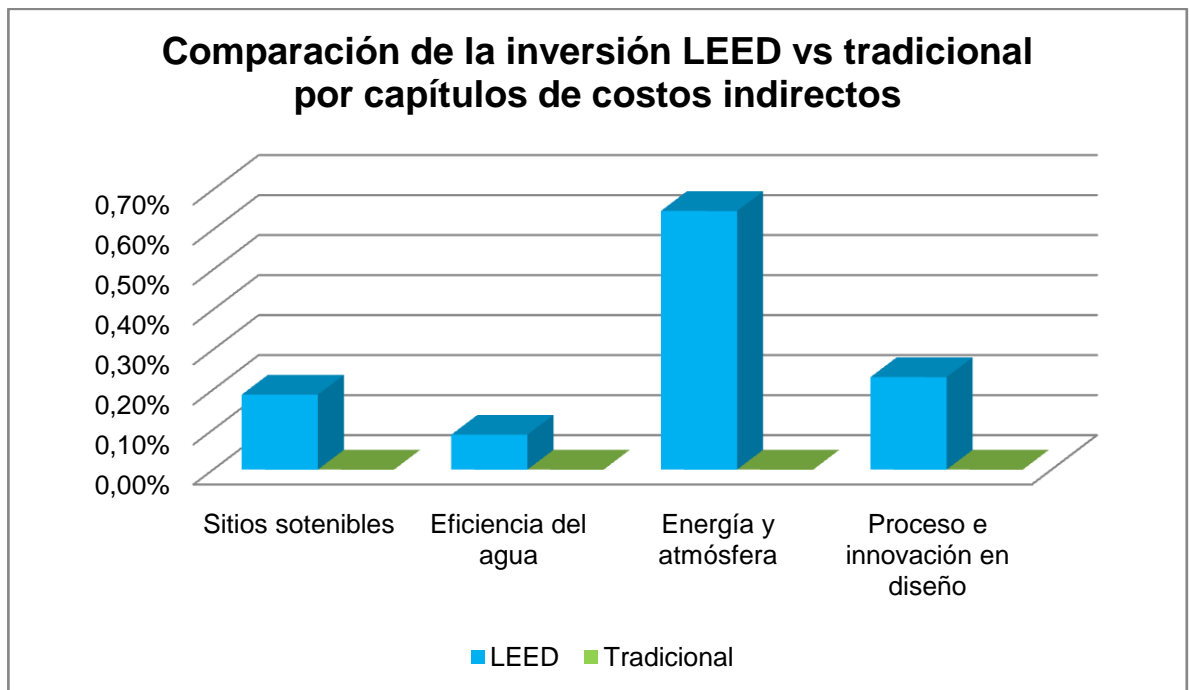
Gráfica 18. Incidencia de los ítems en el capítulo de calidad en el ambiente interior



Gráfica 19. Incidencia de los ítems en el capítulo de proceso e innovación en el diseño

EL costo indirecto del profesional acreditado LEED pertenece a los asesores de la USGBC y a los modeladores energéticos extranjeros. Su incidencia en el capítulo es del 0,03% sobre el valor del índice del 1.15%. Por otro lado, el proceso de

innovación es el costo del diseño hidrosanitario que se premia dos veces tanto en el capítulo de eficiencia de agua, como en éste.



Gráfica 20. Comparación de la inversión LEED vs tradicional por capítulos de costos indirectos

No hay inversión tradicional adicional puesto que los costos indirectos son exclusivos del proceso de certificación LEED, y los costos indirectos de un proyecto tradicional no se consideran en este caso pues no son tenidos en cuenta por el USGBC. Como se observa en la Gráfica 20 los capítulos de materiales y recursos y calidad en el ambiente interior no tienen costos indirectos relacionados con LEED por lo tanto no se consideran como parte de la comparación de capítulos.

Tabla 5. Análisis de costos indirectos LEED del proyecto

CAPÍTULO	CRÉDITO		%LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
SITIOS SOSTENIBLES						
SS	PRERREQUISITO 1	Prevención de Polución durante la construcción.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 1	Selección del sitio.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 2	Densidad y conectividad	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 3	Desarrollo de terrenos contaminados.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 4.1	Acceso a transporte público.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 4.2	Facilidades para bicicletas.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 4.4	Capacidad de parqueo, transporte alternativo.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 5.1	protección o restauración del hábitat..	0,01%	0,00%	0,01%	0,68%
SS	CRÉDITO 5.2	maximizar zonas verdes.	0,01%	0,00%	0,01%	0,68%
SS	CRÉDITO 6.1	Diseño para aguas lluvias- control de cantidad.	0,03%	0,00%	0,03%	2,53%
SS	CRÉDITO 6.2	Diseño para aguas lluvias- control de calidad.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 7.1	Efecto islas de calor - No techos.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 7.2	Efecto islas de calor- cubiertas.	0,01%	0,00%	0,01%	0,68%
SS	CRÉDITO 8	Reducción contaminación lumínica nocturna.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SS	CRÉDITO 9	Guías de diseño y construcción para arrendamientos.	0,13%	0,00%	0,13%	11,69%
TOTAL SITIOS SOSTENIBLES			0,19%	0,00%	0,19%	16,26%

CAPÍTULO	CRÉDITO		%LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
EFICIENCIA DEL AGUA						
WE	PRERREQUISITO 1	Reducción del uso del agua potable.	0,03%	0,00%	0,03%	2,53%
WE	CRÉDITO 1	Eficiencia de agua en jardines.	0,03%	0,00%	0,03%	2,53%
WE	CRÉDITO 2	Innovación en el manejo de aguas residuales.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
WE	CRÉDITO 3	Reducción de consumo de agua potable.	0,03%	0,00%	0,03%	2,53%
TOTAL EFICIENCIA DEL AGUA			0,09%	0,00%	0,09%	7,58%
CAPÍTULO	CRÉDITO		%LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
ENERGÍA Y ATMÓSFERA						
EA	PRERREQUISITO 1	Interventoría en el sistema de energía.	0,57%	0,00%	0,57%	49,68%
EA	PRERREQUISITO 2	Consumo mínimo de energía	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EA	PRERREQUISITO 3	Manejo básico de refrigerantes.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EA	CRÉDITO 1	Optimización del diseño energético.	0,07%	0,00%	0,07%	6,43%
EA	CRÉDITO 4	Manejo avanzado de refrigeración.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
EA	CRÉDITO 5.1, 5.2	Medición y verificación de edificio base.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL ENERGÍA Y ATMÓSFERA			0,65%	0,00%	0,65%	56,11%

CAPÍTULO	CRÉDITO		%LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
MATERIALES Y RECURSOS						
MR	PRERREQUISITO 1	Recolección y almacenamiento de reciclables.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MR	CRÉDITO 2	Manejo de desechos de construcción.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MR	CRÉDITO 4	Contenido de reciclaje.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MR	CRÉDITO 5	Materiales de la región.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MR	CRÉDITO 6	Madera certificada.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL MATERIALES Y RECURSOS			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CAPÍTULO	CRÉDITO		%LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
CALIDAD EN EL AMBIENTE INTERIOR						
IEQ	PRERREQUISITO 1	Desempeño mínimo de la calidad del aire ventilado.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	PRERREQUISITO 2	Control ambiental del uso del cigarrillo.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 1	Monitoreo y suministro del aire exterior.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 2	Incremento de ventilación.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 3.1	Plan para manejo del aire interno- durante la construcción.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 4.1	Adhesivos y sellantes de baja emisión.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 4.2	Pinturas y cubrimientos de baja emisión.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 4.3	Sistemas de pisos de baja emisión.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 6.1	Control de sistemas de iluminación.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 6.2	Controles de sistemas de confort térmico.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 8.1	Iluminación natural.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
IEQ	CRÉDITO 8.2	Vista exterior.	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
TOTAL CALIDAD EN EL AMBIENTE INTRIOR			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

CAPÍTULO	CRÉDITO		%LEED	%TRADICIONAL	INDICE	INDICE
PROCESO E INNOVACIÓN EN DISEÑO						
ID	CRÉDITO 2	Profesional acreditado LEED.	0,20%	0,00%	0,20%	17,53%
TOTAL PROCESO E INNOVACIÓN EN DISEÑO			0,20%	0,00%	0,20%	17,53%
TOTAL			1,15%	0,00%	1,15%	100,00%
INDICE DE INVERSIÓN TOTAL					1,15%	

6. BENEFICIOS DE LOS EDIFICIOS CONSTRUIDOS BAJO LOS ESTÁNDARES LEED

Actualmente, las construcciones tradicionales son relativamente “pesadas”. Se deben implementar métodos más livianos al igual que materiales verdes o con bajo impacto ecológico para mejorar tanto la salud de las personas que construyen, como la de las personas que habitarán la edificación. Se apuesta, entre otras cosas a utilizar materiales transpirables, autóctonos y no contaminantes, que faciliten la integración estética del edificio con el paisaje, por tal motivo, los edificios basados en los estándares LEED, deben tener un diseño integrado en donde se promueva un uso responsable de los recursos naturales, además de la integración de varios factores que complementan la edificación.

- *Incremento en el valor del inmueble*

Gracias al proceso de diseño integrado, es posible mejorar la calidad del producto final que a diferencia de un proyecto tradicional se disminuyen los vacíos de comunicación entre los diseñadores ya que todos se encuentran al tanto de que de las actividades propias de cada área profesional.

Con todo y lo anterior, se incrementa el valor inmobiliario del proyecto a medida que éste se va desarrollando a causa de que se garantiza al cliente un excelente diseño y ahorros importantes en el consumo de agua y energía, los cuales son factores cuantificables.

- *Reducción en costos de operación*

Como se indicó en el beneficio anterior, los costos operacionales del edificio son menores, es decir, que las inversiones adicionales iniciales se recuperan con los ahorros que se obtienen en el consumo de agua y energía, puesto que la

modelación de estas estrategias garantiza esta reducción en un periodo de retorno aproximado de tres años, pero para efectos de este trabajo no es necesario tener precisión acerca del periodo de retorno porque este tema requiere de una investigación posterior.

- ***Reducción de los impactos en el consumo de recursos naturales***

Ciertamente los edificios verdes tienen como premisa de diseño la aplicabilidad de la teoría del desarrollo sostenible, logrando así un respeto mayor al medio ambiente, con el fin de disminuir la huella de contaminación en el mismo. Generando así mayores oportunidades de sobrevivencia a la biodiversidad existente.

Sumado a lo anterior, la reducción de los costos operacionales en el sector energético, el medio ambiente se ve beneficiado al disminuir la cantidad de emisiones de CO₂ a la atmósfera y el consumo de recursos naturales tales como el agua potable que actualmente se emplea en muchas construcciones tradicionales de manera irresponsable con el planeta.

- ***Incremento del confort ,productividad y salud de los ocupantes***

Una persona común pasa aproximadamente el 90% del tiempo al interior de una edificación, por esta razón, es necesaria la renovación constante del aire, para así disminuir los agentes contaminantes típicos de los espacios ocupados por un número importante de personas, reduciendo el absentismo y disminución de la productividad.

Además de lo anterior se debe garantizar una temperatura de confort, para de esta manera evitar que los ocupantes se incomoden al encontrarse en un ambiente caluroso o frío, pues se disminuye la productividad y por tanto no se trabaja con la

misma disposición que lo haría una persona que se encuentra completamente cómoda en su puesto de trabajo.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Antes que aspirar a una certificación LEED, se debe tener en cuenta que la realización de edificios debe ser pensado hacia un desarrollo sostenible, en donde se busque el bienestar de todos y se aprovechen de manera eficiente los recursos naturales. El objetivo no es simplemente construir un edificio sino construir un edificio funcional, eficiente, atractivo y valioso, además de que asegura que todos estos objetivos se cumplan de la manera más efectiva en costo. Actualmente la norma LEED trabaja en pro del desarrollo sustentable, porque en ella se consideran todos los procesos que se deben llevar a cabo para la construcción de edificaciones.
- Este proyecto debido a su magnitud, es el pionero en Colombia en su tipo por lo tanto servirá de ejemplo para los nuevos constructores, ya que a futuro se implementarán este tipo de estrategias, las cuales pretenden evitar el fenómeno del cambio climático, que se están evidenciando en catástrofes naturales actuales. Como ingenieros civiles debemos aportar a la búsqueda de soluciones de este problema desde el sector de la construcción por lo que es uno de los mayores contribuyentes a este efecto.
- El diseño integrado ha probado ser la mejor táctica para obtener la inclusión exitosa de estrategias verdes con un impacto positivo en términos económicos, sociales y medioambientales solo con una inversión adicional del 6.40%, cifra obtenida a través del desarrollo de este trabajo de grado.
- La realización de un proyecto LEED en Bogotá es más económica en comparación a ciudades que estén afectadas por climas con altas variaciones en la temperatura, por lo que los requerimientos de aire

acondicionado y/o calefacción son muy bajos, disminuyendo la inversión en ítems relacionados con la ventilación mecánica porque se puede complementar o reemplazar con ventilación natural.

- La normativa Colombiana relacionada con construcción y ambiente tiene en algunos casos apartes más estrictos que la norma LEED, lo cual permite concluir que el incumplimiento de la ley se debe al desconocimiento de ella por parte de los constructores, y a la falta de entes gubernamentales que velen por el acatamiento de la misma, de igual forma, la difusión de las leyes Colombianas debe ser más eficaz y compacta permitiendo así su fácil cumplimiento.
- Debido a que la norma LEED es internacionalmente reconocida, debería modificar algunos de sus apartes para que se haga más fácil su adaptación a climas con pocas variaciones de temperatura, como es el caso de Bogotá, con el fin de unificar todos los requerimientos de un edificio y facilitar la búsqueda de estrategias por parte de los diseñadores.
- Con esta la investigación se demostró que la realización de proyectos LEED son viables económicamente y sobretodo favorables para el planeta, por lo cual se invita a la consideración de éste tipo de edificaciones en Colombia y demuestra que no es exclusiva de pocos.
- La norma LEED cuenta con una serie de estímulos para alentar a los constructores a generar ahorros importantes en los indicadores relacionados con agua y energía, por lo que en algunos casos parece que se repitieran algunos créditos pero en sí es un indicador que premia el esfuerzo.

- La certificación LEED es válida internacionalmente lo cual muestra que Colombia, al ser un país en desarrollo, se encuentra a la vanguardia en cuanto a construcciones sostenibles se refiere, puesto ésta actualmente va en aumento.
- Un buen ejercicio de la ingeniería debería tener siempre una interventoría para verificar la correcta escogencia de los equipos, es decir, un especialista para cada subsistema, con el fin mejorar el consumo energético de cualquier edificación.
- Luego de la construcción de un edificio ambientalmente amigable, la inversión adicional inicial se retorna en un periodo relativamente corto, comparado con la vida útil de un edificio, la cual está entre los 30 y 50 años. Y debido a la condición de edificio sostenible, éste se mantendrá generando ahorro importantes una vez sea recuperada la inversión inicial. Toda inversión que se recupere antes de 10 o 5 años es muy atractiva.
- Aunque la construcción de este tipo de edificios requiera de una inversión adicional, el costo de uso de la propiedad es menor en comparación con un edificio tradicional debido a los ahorros importantes en agua y energía a lo largo de la vida útil del edificio.
- Al igual que se mantiene el equilibrio ambiental, también se provee un aire limpio y renovable al interior de la edificación, gracias a que se tiene una interacción completa y eficiente entre los sistemas del edificio, es fácil garantizar un ambiente interior sano y confortable, en donde sus ocupantes se convierten en trabajadores más productivos.

- Se ha demostrado a lo largo de esta investigación que el futuro de la construcción es la masificación de este tipo de estrategias, debido a que el ser humano está cada vez más consciente que para lograr una armonía con el planeta, con la comunidad y sobre todo con la descendencia hay que pensar en las necesidades que tienen y tendrán cada uno de ellos para tener una buena calidad de vida, por eso el consumo de los recursos no renovables debe ser de tal forma que haya una medida, donde se pueda reponer lo que utilizamos y sobretodo economizar estos recursos y así devolverle de cierta manera al planeta lo que nos ha dado.

BIBLIOGRAFÍA

ASHRAE - Home. Available at: <http://www.ashrae.org/> [Accedido Abril 27, 2011].

World Green Building Council :: Home. Available at: <http://www.worldgbc.org/site2/> [Accedido Abril 30, 2011].

Alcalde Mayor de Bogotá, D.C., 1997. Decreto 357 de 1997. Available at: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1838> [Accedido Abril 30, 2011].

Amestoy, J., 2009. *El Planeta tierra en peligro (Calentamiento Global, Cambio Climático, Soluciones)*, Editorial Club Universitario.

ASHRAE, 2011a. ASHRAE - Home. Available at: <http://www.ashrae.org/> [Accedido Abril 27, 2011].

ASHRAE, 2011b. ASHRAE - Home. Available at: <http://www.ashrae.org/> [Accedido Abril 27, 2011].

Baquero, R., 2011. Setri-Interface.

Bravo, C., 2011. Aldea Proyectos S.A.

Castro-Lacouture, D. et al., 2009. Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia. Available at: [Accedido Marzo 5, 2011].

Congreso Colombiano, 2006. Ley 1021 de 2006. Available at: <http://www.coama.org.co/documentos/articulos/Ley%20Forestal%201021%20de%202006.pdf> [Accedido Abril 30, 2011].

Congreso Colombiano, 1994. Ley 142 de 1994. Available at: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2752> [Accedido Junio 28, 2011].

Congreso Colombiano, 1973. Ley 23 de 1973. Available at: <http://www.dmsjuridica.com/CODIGOS/LEGISLACION/LEYES/LEY%2023%20DE%201973.htm> [Accedido Abril 30, 2011].

- Congreso Colombiano, 1977. Ley 388 de 1977. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339> [Accedido Abril 30, 2011].
- Congreso Colombiano, 2001. Ley 685 de 2001. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9202> [Accedido Abril 30, 2011].
- Congreso Colombiano, 1979. Ley 9 de 1979. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177> [Accedido Abril 30, 2011].
- Congreso Colombiano, 1993. Ley 99 de 1993. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297> [Accedido Abril 30, 2011].
- Consejo de Bogotá, 2009. Acuerdo 417 de 2009. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=38261> [Accedido Abril 30, 2011].
- Consejo de construcción verde de España, 2011. Sistema De Certificación Leed. Available at: <http://www.slideshare.net/bemaguali/sistema-de-certificacin-leed> [Accedido Junio 2, 2011].
- Consejo de Santa fe de Bogotá, DC, 1955. Acuerdo 20 de 1995. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=2052> [Accedido Abril 30, 2011].
- Constituyente, A., 1991. Constitución Política de Colombia. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=4125> [Accedido Abril 30, 2011].
- De León, E. & Ruiz, J.G., 2009. *Evaluación bajo el sistema LEED de un proyecto de vivienda en concreto reforzado en Bogotá*. Bogotá Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Departamento Administrativo del Medio Ambiente, 1997. Resolución 1170 de 1997. Available at: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=976> [Accedido Mayo 7, 2011].
- Direct Industry, 2011. Filtro de presión para tratamiento de agua de lluvia - ecoTECHNIC. Available at: <http://www.directindustry.es/prod/ecotechnic/filtros-de-presion-para-tratamiento-de-agua-de-lluvia-15569-51573.html> [Accedido Junio 5, 2011].

- EPA, 2011. EPA - Construction General Permit. Available at:
<http://cfpub.epa.gov/npdes/stormwater/cgp.cfm> [Accedido Marzo 14, 2011].
- EPA, 2010. EPA en español | US EPA. Available at: <http://www.epa.gov/espanol/>
 [Accedido Marzo 13, 2011].
- Fundación Terra, 2010. Terra.org - Madera Ecológica FSC. Available at:
<http://www.terra.org/html/s/rehabilitar/madera/> [Accedido Mayo 14, 2011].
- Garrido, R.J., 2011. Geométrica Ltda Arquitecto Diseñador.
- Gómez, M., 2011. Alvaro Tapias y CIA.
- Haselbach, L., 2009. *The Engineering Guide to LEED–New Construction*, A Greensource Book.
- Huerta, D., 2010. Mejora el medio ambiente - Azoteas Verdes - Awareness's blog.
 Available at: <http://davidhuerta.typepad.com/blog/2010/09/mejora-el-medio-ambiente-azoteas-verdes.html> [Accedido Junio 5, 2011].
- IDEAM, 1998. *El medio ambiente en Colombia.*, Colombia: IDEAM.
- Instituto de Astrofísica de Andalucía, 2007. Podcast de Astronomía - A través del Universo : ¿ Qué es el cenit ? Available at: <http://universo.iaa.es/php/161-que-es-el-cenit.htm>
 [Accedido Junio 5, 2011].
- IPCC, PNUMA & OMM, 2008. *Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis del grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.*, Ginebra, Suiza.
 Available at: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf.
- Lista de Créditos LEED Edificio Tierra Firme, 2011. Lista de Créditos LEED Edificio Tierra Firme.
- Londoño, J.C., 2009. Un edificio verde es un edificio inteligente. *Enero-Junio 2009*, 4(1), 16.
- Ludevid, M., 1997. *El cambio global en el medio ambiente. Introducción a sus causas humanas*, Barcelona, España: Alfaomega.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2006. Resolución 601 de 2006.
 Available at: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=19983>
 [Accedido Abril 30, 2011].

- Ministerio de Salud, 1983. Resolución 8321 de 1983. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=6305> [Accedido Abril 30, 2011].
- Ministerio del Medio Ambiente, 1994. RESOLUCIÓN MINAMBIENTE 541 DE 1994. Available at:
http://www.icbf.gov.co/transparencia/derechobienestar/resolucion/resolucion_minambiente_rma54194.html [Accedido Abril 30, 2011].
- Mobilehome Repair HVAC, 2011. Coleman Chimneys | Mobile Home Repair. Available at: <http://www.mobilehomerepair.com/ColemanChimneys.html> [Accedido Junio 5, 2011].
- Mosquera, G., 2011. Urban Green.
- Planfor, 2009. Mangueras micro-porosas Gardena : venta Mangueras micro-porosas Gardena /. Available at:
http://www.planfor.fr/es_index.php?action=fiche_produit&noprod=A011&pos=0%20Agosto,%202009. [Accedido Junio 5, 2011].
- Presidencia de la República, 1977. Decreto 1449 de 1977. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1503> [Accedido Abril 30, 2011].
- Presidencia de la República, 1997. Decreto 1541 de 1978. Available at:
http://www.dmsjuridica.com/CODIGOS/LEGISLACION/decretos/1997/DECRET O_3102_1997.htm [Accedido Mayo 4, 2011].
- Presidencia de la República, 1984. Decreto 1594 de 1984. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18617> [Accedido Abril 30, 2011].
- Presidencia de la República, 1996. Decreto 1791 de 1996. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1296> [Accedido Abril 30, 2011].
- Presidencia de la República, 1974. Decreto 2811 de 1974. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1551> [Accedido Abril 30, 2011].
- Presidencia de la República, 2010. Decreto 2820 de 2010. Available at:
<http://www.dmsjuridica.com/CODIGOS/LEGISLACION/decretos/2010/2820.htm>

[Accedido Abril 30, 2011].

Presidencia de la República, 1997. Decreto 3102 de 1997. Available at:
[http://www.dmsjuridica.com/CODIGOS/LEGISLACION/decretos/1997/DECRET
O_3102_1997.htm](http://www.dmsjuridica.com/CODIGOS/LEGISLACION/decretos/1997/DECRET
O_3102_1997.htm) [Accedido Mayo 4, 2011].

Presidencia de la República, 1996. Decreto 605 de 1996. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1358> [Accedido
Abril 30, 2011].

Presidente de la República, 1984. Decreto 614 de 1984. Available at:
http://www.suratep.com/images/stories/decreto_614.pdf [Accedido Abril 30, 2011].

Presidente de la República, 1995. Decreto 948 de 1995. Available at:
[http://www.dmsjuridica.com/CODIGOS/LEGISLACION/decretos/1995/DECRET
O_948_1995.htm](http://www.dmsjuridica.com/CODIGOS/LEGISLACION/decretos/1995/DECRET
O_948_1995.htm) [Accedido Abril 30, 2011].

Promotora Apotema & Coordinación LEED, 2011. REPORTE LEED DE SEGUIMIENTO
DE LA CONSTRUCCIÓN.

Ramírez, A., 2011a. Geométrica Ltda.

Ramírez, A., 2011b. Promotora Apotema.

Rodríguez, J., 2011. Ing. Javier Rodriguez.

Roomworks, 2011. Roomworks Design and Specification – Green Roofs, Timber Walls,
Lodges. Available at: <http://www.roomworks.co.uk/Design.aspx> [Accedido Mayo
7, 2011].

Ruiz, C., 2011. Setri.

Sánchez, A., 2011. Leonardo Castro Ingenieros. Available at: [Accedido Mayo 13, 2011].

Secretaría Distrital de Ambiente, 2009. Resolucion 3957 de 2009. Available at:
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=37051> [Accedido
Abril 30, 2011].

Sierra, M.T., 2011. Asesor de iluminación. Available at: [Accedido Mayo 13, 2011].

Trujillo, I., 2011. Universidad Sergio Arboleda - Santa Marta. Available at:
<http://www.usergioarboleda.edu.co/santamarta/noticias/2008/ago08/canecas.html>
[Accedido Junio 5, 2011].

UAESP & U.A.E. de S.P., 2009. Concurso Académico y Técnico " Gestión Integral de Escombros en la Ciudad de Bogotá*.

UNESCO, 2004. Education for Ad. In Latin America: A good wyhim our reach.

Universidad Nacional de Colombia, 2010. Red Bogotá. Available at:
<http://www.institutodeestudiosurbanos.com/endatos/0100/0110/0116-clima/index.htm> [Accedido Mayo 18, 2011].

Uribe, T., 2011. Tomás Uribe.

USGBC, 2009. *Green building desing and construction 2009° ed.*, USA: USGBC.

USGBC, 2011a. LEED. Available at: <http://es.wikipedia.org/wiki/LEED> [Accedido Junio 2, 2011].

USGBC, 2011b. Registered Project Directory. Available at:
<http://www.usgbc.org/LEED/Project/RegisteredProjectList.aspx> [Accedido Junio 5, 2011].

USGBC, 2011c. USGBC: U.S. Green Building Council. Available at:
<http://www.usgbc.org/> [Accedido Marzo 13, 2011].

Villa, F., 2009. Construcciones verdes. *Alarife, revista de arquitectura*, 16.

Xercavins, J., 2005. *Desarrollo sostenible*, Editorial UPC.

Yudetson, J., 2010. *Greening exixting buildings*, Mc Garw Hill.

ANEXOS

ENCUESTAS A LOS PROFESIONALES INVOLUCRADOS EN EL DISEÑO DEL EDIFICIO TIERRA FIRME Trabajo de grado: Análisis de costos para un proyecto de hotel y oficinas LEED certificado 3.0-2009 en la ciudad de Bogotá.

<i>Responsable</i>	<i>Créditos</i>
ALDEA	SS CRÉDITO 1 : SELECCIÓN DE SITIO.
	SS CRÉDITO 9 – GUÍAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA ARRENDAMIENTOS
	EQ PRERREQUISITO 2: CONTROL AMBIENTAL DEL USO DEL CIGARRILLO.
	ID CRÉDITO 2: PROFESIONAL ACREDITADO LEED.
Encuesta	
SS crédito 1	Usó algún criterio especial para la selección del sitio en el cual se está desarrollando el proyecto actualmente?
	La selección de este lote generó algún tipo de costo adicional debido a la ubicación estratégica de éste?
SS crédito 9	Cuáles son los lineamientos que deben seguir los arrendatarios para cumplir con los principios de sustentabilidad del edificio
	La persona encargada de la realización de este manual debe ser un profesional certificado LEED?
	Genera algún costo adicional la creación de este manual?

EQ prerequisite 2	Cuál es el manejo que le dan a las personas que fuman?
	Existen áreas dentro de la obra en las cuales se permita el consumo de cigarrillo?
	Existen áreas específicas en las cuales se permita el consumo de cigarrillo?
	Genera algún sobrecosto el cumplimiento del prerequisite, en cuanto a publicidad del mismo ya que éste es de carácter obligatorio?
	Como se certifican el cumplimiento de este prerequisite?
ID crédito 2	Cuántos profesionales acreditados LEED están trabajando actualmente en este proyecto?
	Qué costo genera la contratación de estos profesionales? (cifras)
	Qué porcentaje adicional se le paga a un profesional certificado LEED en comparación a uno que no lo es?

<i>Responsable</i>	<i>Créditos</i>
PROMOTORA APOTEMA	SS PRERREQUISITO 1 – PREVENCIÓN DE POLUCIÓN DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.
	SS CRÉDITO 3 – DESARROLLO DE TERRENOS CONTAMINADOS
	SS CRÉDITO 4.1 – ACCESO A TRANSPORTE PÚBLICO
	SS CRÉDITO 9 – GUÍAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA ARRENDAMIENTOS
	MR CRÉDITO 2: MANEJO DE DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN.
	MR CRÉDITO 4: CONTENIDO DE RECICLAJE
	MR CRÉDITO 5: MATERIALES DE LA REGIÓN
	MR CRÉDITO 6: MADERA CERTIFICADA.

	EQ PRERREQUISITO 2: CONTROL AMBIENTAL DEL USO DEL CIGARRILLO.
	EQ CRÉDITO 3.1: PLAN PARA MANEJO DEL AIRE INTERNO - DURANTE CONSTRUCCION
	EQ CRÉDITO 4.1: ADHESIVOS Y SELLANTES DE BAJA EMISIÓN.
	EQ CRÉDITO 4.2: PINTURAS Y CUBRIMIENTOS DE BAJA EMISIÓN.
	EQ CRÉDITO 4.3: SISTEMAS DE PISOS DE BAJA EMISIÓN.
	EQ CRÉDITO 4.4: MADERA COMPACTADA.
	ID CRÉDITO 2: PROFESIONAL ACREDITADO LEED.
Encuesta	
SS prerrequisito 1	Que estrategias se llevan a cabo para cumplir con el prerrequisito que exige la prevención de polución durante la construcción?
	Existen materiales especiales que se deban emplear para evitar la generación de polución?, en caso de existir, generan algún tipo de sobrecosto? Cuanto?
	Se hace el mismo procedimiento en un edificio con procesos constructivos tradicionales?Cuál es la norma que regula el cumplimiento de este prerrequisito?
SS crédito 3	Qué proyecto se encontraba en el terreno donde van a construir el edificio LEED?
	El estudio ambiental donde determinan el grado de contaminación del lugar cuánto cuesta?
	Además del costo del estudio ambiental en el terreno, hay algún otro costo involucrado en éste crédito?

SS crédito 4.1	El inventario de rutas de transporte público a la secretaría de movilidad genera algún costo adicional?, en el caso que la anterior pregunta sea positiva, cual es el costo de este inventario?
SS crédito 9	Cuáles son los lineamientos que deben seguir los arrendatarios para cumplir con los principios de sustentabilidad del edificio
	La persona encargada de la realización de este manual debe ser un profesional certificado LEED?
	Genera algún costo adicional la creación de este manual?
MR crédito 2	Cuál es el manejo que se les da a los desechos producidos en la obra?
	El manejo de estos desechos genera algún costo adicional en comparación al manejo realizado en una obra tradicional?
	Cuál es la manera que se demuestra que estos desechos han sido debidamente manipulados?
	La colocación de estos desechos en un sitio especial genera algún costo adicional?
MR crédito 4	Cuáles son los materiales reciclados que usan para la construcción del edificio?
	Cuál es la estrategia que van a emplear para cumplir con que la sumatoria total de los materiales que contienen reciclados ascienda, en costo, al 20% de la totalidad de los insumos de obra
	La obtención de los materiales reciclados que se utilizan para la construcción del edificio generan algún costo adicional? Y cuál es el porcentaje de éste en comparación si mismo edificio fuera construido de forma tradicional?

MR crédito 5	Cuáles son los materiales que se pueden adquirir dentro del perímetro establecido en la norma?
	Se genera algún ahorro al traer materiales de la región? En caso negativo, cual es el sobrecosto que este genera?
MR crédito 6	Como garantizan que la madera usada en la obra es certificada?
	Genera algún costo adicional que la madera sea certificada?
	Esta madera certificada se encuentra dentro de la región?
	El transporte de este tipo de madera debe ser de manera especial?
EQ prerequisite 2	Cuál es el manejo que le dan a las personas que fuman?
	Existen áreas dentro de la obra en las cuales se permita el consumo de cigarrillo?
	Existen áreas específicas en las cuales se permita el consumo de cigarrillo?
	Genera algún sobrecosto el cumplimiento del prerequisite, en cuanto a publicidad del mismo ya que éste es de carácter obligatorio?
	Como se certifican el cumplimiento de este prerequisite?
EQ crédito 3.1	Cuál es el plan de manejo del aire interno en la obra?
	Qué tipo de materiales especiales se utilizan en esta obra para llevar a cabo un manejo adecuado del aire interno en la obra? Se maneja el mismo procedimiento en una construcción tradicional?
	La creación de este plan generó algún costo adicional?
EQ crédito 4.1, 4.2, 4.3	Donde se adquieren este tipo de insumos?, existen en Colombia?
	Cuál es el sobrecosto que genera adquirí los insumos de baja emisión?
	Se debe tener alguna mano de obra calificada especial para la aplicación de este tipo de materiales? En caso de ser positivo, genera algún tipo de sobrecosto? Cuanto?

EQ crédito 4.4	Como garantiza usted que la madera compactada usada en obra no fue aglutinada con materiales tóxicos a base de úrea?
	Genera algún costo adicional que la madera sea compactada con otro material no tóxico?
	Esta madera certificada se encuentra dentro de la región?
	El transporte de este tipo de madera debe ser de manera especial?
ID crédito 2	Cuantos profesionales acreditados LEED están trabajando actualmente en este proyecto?
	Qué costo genera la contratación de estos profesionales? (cifras)
	Qué porcentaje adicional se le paga a un profesional certificado LEED en comparación a uno que no lo es?

Responsable	Créditos
GEOMETRICA LTDA.	SS CRÉDITO 2 – DENSIDAD & CONECTIVIDAD
	SS CRÉDITO 4.1 – ACCESO A TRANSPORTE PÚBLICO
	SS CRÉDITO 4.2 – FACILIDADES PARA BICICLETAS
	SS CRÉDITO 4.3 – VEHÍCULOS BAJAS EMISIONES Y EFICIENTES
	SS CRÉDITO 4.4 – CAPACIDAD DE PARQUEO TRANSPORTE ALTERNATIVO
	SS CRÉDITO 5.1 – LOTE – PROTECCIÓN / RESTAURAR HABITAT
	SS CRÉDITO 5.2 – LOTE - MÁXIMIZAR ÁREAS VERDES (Y/O ESPACIOS ABIERTOS)
	SS CRÉDITO 7.1 – EFECTO CALOR AISLADO
	SS CRÉDITO 7.2 – EFECTO CALOR AISLADO - CUBIERTAS

	MR PRERREQUISITO 1: RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE RECICLABLES
	EQ CRÉDITO 1: MONITOREO Y SUMINISTRO DEL AIRE EXTERIOR
	EQ CRÉDITO 5: CONTROL DE QUÍMICOS Y FUENTES DE POLUCIÓN
	EQ CRÉDITO 6.1: CONTROL DE SISTEMAS DE ILUMINACION
	EQ CRÉDITO 6.2: CONTROL DE SISTEMAS DE CONFORT TÉRMICO.
	EQ CRÉDITO 8.2: VISTA EXTERIOR.
	ID CRÉDITO 1: INNOVACIÓN EN EL DISEÑO.
Encuesta	
SS crédito 2	Demostrar que este lote está ubicado en una zona de alta conectividad y densidad poblacional genera algún costo adicional?
SS crédito 4.1	El inventario de rutas de transporte público a la secretaría de movilidad genera algún costo adicional?, en el caso que la anterior pregunta sea positiva, cual es el costo de este inventario?
SS crédito 4.2	La creación de facilidades para usuarios de bicicletas genera un costo adicional dentro del proyecto?
	Ya que esto no es un requerimiento tradicional, como hará usted para que este tipo de facilidades sean atractivas para los usuarios del edificio y por tanto colaborar con la reducción de emisiones?
	La publicidad de este tipo de modo de transporte genera algún tipo de costo adicional?
SS crédito 4.4	Cuál es el ahorro que se genera debido al número restringido de parqueaderos respecto a un edificio tradicional que intenta cumplir con demandas de parqueo mas alta?

SS crédito 5.1	Cuál es la estrategia que seguirá para cumplir este crédito?
	La colocación de espacios verdes especiales requiere de sistemas de adecuación especial ?
	La mano de obra encargada de la realización de este tipo de espacios debe ser especialmente calificada para este tipo de trabajo?
	Cuál es el sobrecosto que genera la adquisición de especies nativas destinadas a la ocupación de los espacios verdes?
SS crédito 5.2	Cuál es la estrategia para superar el límite de áreas verdes propuestas en la norma colombiana con respecto a la norma LEED?
	Al aumentar esos espacios verdes se genera algún sobrecosto con respecto a un edificio tradicional que cumpla solamente con las áreas mínimas exigidas? Cuanto?
SS crédito 7.1	Como será la disposición de los parqueaderos en el proyecto?
	Este manejo genera algún tipo de sobrecosto en el proyecto con respecto a uno tradicional?
	Como contribuye esta disposición a la reducción del efecto de islas de calor?
SS crédito 7.2	Como será el manejo de la cubierta en el edificio?
	Este tipo de manejo genera algún tipo de sobrecosto para el proyecto?
	Este tipo de manejo genera algún tipo de ahorro en el edificio? En caso de ser la respuesta positiva, en que áreas y en qué consiste?
MR prerequisite 1	Se necesita algún tipo de materiales o sistemas especiales para llevar a cabo el reciclaje en un edificio LEED? En caso de ser positiva la respuesta esos materiales o sistemas se consiguen en Colombia o es necesario importarlos?

	La generación de este tipo de áreas adicionales por piso genera algún tipo de sobrecosto?
EQ crédito 1	Cuál es la estrategia a cumplir para llevar a cabo el monitoreo y suministro de aire exterior?
	Cuál es el costo del sistema a emplear según la estrategia a seguir?
	Se necesita algún tipo de material o sistema especializado para cumplir con el monitoreo de aire exterior? En caso que la respuesta sea positiva cual es el sobrecosto que este genera?
	Que beneficios trae conocer las concentraciones de CO2 emitidas por los habitantes del edificio?
	Cuál es la función de los sistemas de monitoreo de CO2 para mitigar las emisiones del mismo?
	Se genera un beneficio económico a largo plazo al implementar este tipo de sistemas?
EQ crédito 5	Cuál es la estrategia a seguir para cumplir con los requisitos de este crédito?
	Se necesitan materiales o sistemas especiales para controlar las fuentes químicas y polución?
	Que sobrecosto acarrearía este tipo de materiales especiales?
	Se tienen en cuenta este tipo de aspectos en una construcción tradicional? En caso de ser positiva son los mismos materiales usados en una construcción LEED?
EQ crédito 6.1	Cuál es la estrategia para cumplir con el control de sistemas de iluminación?
	Que materiales o sistemas constructivos diferentes a una construcción tradicional se requieren para llevar a cabo un control eficiente?

	Cuál es el sobrecosto de este tipo de materiales?
	En cuanto se disminuiría el consumo de energía con el sistema de control de iluminación empleado?
<i>EQ crédito 6.2</i>	Cuál es la estrategia para cumplir con el confort térmico dentro del edificio?
	Que materiales o sistemas constructivos diferentes a una construcción tradicional se requieren para llevar a cabo un confort térmico eficiente y sostenible?
	Cuál es el sobrecosto de este tipo de materiales?
	En cuanto se disminuiría el consumo de energía con el sistema de confort térmico empleado?
<i>EQ crédito 8.1, 8.2</i>	Cuál es la estrategia para cumplir con la provisión de luz natural y vista exterior al mayor número de áreas en el edificio?
	Que materiales o sistemas constructivos diferentes a una construcción tradicional se requieren para llevar a cabo la provisión de luz natural y vista exterior al mayor número de áreas en el edificio?
	Cuál es el sobrecosto de este tipo de materiales o sistemas?
	En cuanto se disminuiría el consumo de energía con el sistema de iluminación natural eficiente?
<i>ID crédito 1</i>	Como pretende innovar en diseño, los criterios expuestos por LEED para core and shell?
	Esa innovación genera algún tipo de sobrecosto en el diseño preliminar del edificio?
<i>EA crédito 1</i>	Cuál es la estrategia que se va a realizar con el fin de optimizar desempeño energético?
	Cuál es el costo adicional que genera la aplicación de esta estrategia?

Se necesita algún tipo de material o sistema especial para optimizar el desempeño energético?

<i>Responsable</i>		<i>Créditos</i>	
LEONARDO CASTRO INGENIEROS	SS CRÉDITO 6.1 – AGUAS LLUVIAS - CONTROL DE CANTIDAD		
	SS CRÉDITO 6.2 – AGUAS LLUVIAS - CONTROL DE CALIDAD		
	WE PREREQUISITO		
	WE CRÉDITO 1: EFICIENCIA AGUA EN JARDINES		
	WE CRÉDITO 2: INNOVACION EN EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES		
	WE CRÉDITO 3: REDUCCION DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE		
Encuesta			
SS. Crédito 6.1, 6.2	Cuál es la estrategia para conocer y controlar el volumen de aguas lluvias que caen sobre el lote?		
	Cuál es la estrategia para el buen manejo de estas aguas?		
	El diseño de este tipo especial de sistemas tiene un costo más alto al diseño tradicional de recolección de aguas lluvias? En caso de ser positiva la respuesta cuanto es el sobrecosto?		
	Se realizara algún tipo de tratamiento especial al agua lluvia para su futuro aprovechamiento? En caso de ser positiva la respuesta que tipo de tratamiento y cuál es el sobrecosto que este genera?		
	Para este sistema de recolección es necesario contar con el uso de materiales especiales o se pueden adecuar los mismos utilizados en una construcción tradicional?		

WE prerrequisito, Crédito 1, 2, 3	Cuál es la estrategia para disminuir el consumo de agua potable?
	El diseño sanitario para este tipo de edificios genera algún tipo de costo adicional con respecto al diseño de un sistema hidrosanitario tradicional?
	Que sistemas se emplearan para el riego de jardines y espacios verdes en general?
	Qué tipo de agua se usara para el riego de jardines y espacios verdes en general?
	Cual es sobrecosto que genera crear sistemas especiales de riego y manejo en general de agua potable y no potable?
	Se genera algún tipo de ahorro en el consumo de agua potable del edificio al implementar este tipo de sistemas? En caso de ser positiva la respuesta cuanto es el ahorro?
Responsable	
Créditos	
ASESOR DE ILUMINACIÓN	SS CRÉDITO 8 – REDUCCIÓN POLUCIÓN LUZ NOCTURNA
	EQ CRÉDITO 6.1: CONTROL DE SISTEMAS DE ILUMINACION
	EQ CRÉDITO 6.2: CONTROL DE SISTEMAS DE CONFORT TÉRMICO.
	EQ CRÉDITO 8.2: VISTA EXTERIOR.
Encuesta	
SS crédito 8	Cuál es la estrategia a seguir para reducir la polución nocturna?
	Los sensores de movimiento y el sistema automático de reducción de eliminación que se requieren son especiales o son los mismos usados en edificaciones tradicionales?, en caso de ser diferentes, cual es el sobrecosto

	que éste genera?
	La implementación de este tipo de sistemas genera algún tipo de ahorro en el consumo energético del edificio?Cuál es el porcentaje de ahorro?
	El diseño de este tipo de sistemas tiene un costo adicional con respecto a un sistema de iluminación en edificaciones tradicionales?
EQ crédito 8.1, 8.2	Cuál es la estrategia para cumplir con la provisión de luz natural y vista exterior al mayor número de áreas en el edificio?
	Que materiales o sistemas constructivos diferentes a una construcción tradicional se requieren para llevar a cabo la provisión de luz natural y vista exterior al mayor número de áreas en el edificio?
	Cuál es el sobre costo de este tipo de materiales o sistemas?
	En cuanto se disminuiría el consumo de energía con el sistema de iluminación natural eficiente?
EQ crédito 6.1	Cuál es la estrategia para cumplir con el control de sistemas de iluminación?
	Que materiales o sistemas constructivos diferentes a una construcción tradicional se requieren para llevar a cabo un control eficiente?
	Cuál es el sobre costo de este tipo de materiales?
	En cuanto se disminuiría el consumo de energía con el sistema de control de iluminación empleado?
EQ crédito 6.2	Cuál es la estrategia para cumplir con el confort térmico dentro del edificio?
	Que materiales o sistemas constructivos diferentes a una construcción tradicional se requieren para llevar a cabo un confort térmico eficiente y sostenible?
	Cuál es el sobre costo de este tipo de materiales?

	En cuanto se disminuiría el consumo de energía con el sistema de confort térmico empleado?
--	--

<i>Responsable</i>		<i>Créditos</i>	
SETRI / INTERFACE		EA PREREQUISITO 1: INTERVENTORIA EN EL SISTEMA DE ENERGÍA	
Encuesta			
EA prerequisite	Cómo se hace la interventoría de un sistema de energía?		
	Qué diferencia tiene este tipo de interventoría con respecto a una tradicional?		
	Por ser esta una interventoría especial, cual es el sobrecosto que esta genera?		
	Los profesionales encargados de realizar la interventoría, que preparación académica adicional deben tener a diferencia de un interventor adicional?		

<i>Responsable</i>		<i>Créditos</i>	
URBAN GREEN		EA PREREQUISITO 2: CONSUMO MÍNIMO DE ENERGÍA	
		EA CRÉDITO 5.2: MEDICIÓN Y VERIFICACIÓN DE EDIFICIO BASE.	
		EQ CRÉDITO 2: INCREMENTO DE VENTILACIÓN.	
Encuesta			
EA prerequisite 2	Como se demuestra la disminución del consumo base de energía según la ASHRAE?		
	La implementación de los equipos especificados en la norma ASHRAE tiene un costo adicional? Cuanto es ese costo?		

EA crédito 5.2	Como se medirá el consumo energético del edificio?
	Este tipo de manejo genera algún sobrecosto?
	Se necesita utilizar algún tipo de material especial para conocer las mediciones exigidas en la norma?
	Un edificio con estas características no exigiría este tipo de mediciones en caso de no ser certificado LEED? (AAA)
EQ crédito 2	Como se diseño el sistema de ventilación con el fin de garantizar la inyección de aire fresco?
	Este diseño genera algún tipo de sobrecosto en el proyecto?
	Se necesita utilizar algún tipo de material especial para realizar esta inyección de aire fresco?
Responsable	
Créditos	
ALVARO TAPIAS Y CIA.	EA PRERREQUISITO 3: MANEJO BÁSICO DE REFRIGERANTES
	EA CRÉDITO 4: MANEJO AVANZADO DE REFRIGERACIÓN.
	EQ PRERREQUISITO 1: DESEMPEÑO MÍNIMO DE LA CALIDAD DEL AIRE VENTILADO.
	EQ CRÉDITO 1: MONITOREO Y SUMINISTRO DEL AIRE EXTERIOR
Encuesta	
EA prerrequisito 3	Cuál es la estrategia para no utilizar cloro fluoro carbono en los sistemas refrigerantes?
	Cuál es el sobrecosto que genera el uso de este tipo de sistemas refrigerantes ambientalmente amigables?

	El sistema a emplear requiere de materiales especiales? Es posible que estos se consigan acá?Cuál es el sobrecosto de este tipo de materiales con respecto a los usados tradicionalmente?
EA crédito 4	Cuál es la estrategia para implementar un sistema avanzado de refrigeración?
	Cuál es el costo que conlleva el diseño de esta estrategia?
	Que materiales de tecnología avanzada se requieren para la implementación de este tipo de sistemas?
EQ prerequisite 1	Cuál es la estrategia que van a implementar para tener un desempeño mínimo del aire ventilado?
	El sistema a emplear requiere de materiales especiales? Es posible que estos se consigan acá?Cuál es el sobrecosto de este tipo de materiales con respecto a los usados tradicionalmente?
	Que inversión conlleva la implementación de este sistema, con respecto a los sistemas tradicionalmente utilizados?
	Según las normas ASHRAE, los materiales tiene alguna especificación especial, o se pueden utilizar materiales tradicionales?
	Se necesita mano de obra calificada para la implementación de este sistema donde se obtiene un desempeño mínimo en la calidad del aire?
	Cuál es el ahorro que se genera al tener un desempeño mínimo de los equipos utilizados para mejorar la calidad de aire ventilado?
EQ crédito 1	Cuál es la estrategia a cumplir para llevar a cabo el monitoreo y suministro de aire exterior?
	Cuál es el costo del sistema a emplear según la estrategia a seguir?

	Se necesita algún tipo de material o sistema especializado para cumplir con el monitoreo de aire exterior? En caso que la respuesta sea positiva cual es el sobre costo que este genera?
	Que beneficios trae conocer las concentraciones de CO2 emitidas por los habitantes del edificio?
	Cuál es la función de los sistemas de monitoreo de CO2 para mitigar las emisiones del mismo?
	Se genera un beneficio económico a largo plazo al implementar este tipo de sistemas?

<i>Responsable</i>	<i>Créditos</i>
TOMAS URIBE	EA CRÉDITO 1: OPTIMIZACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO.
Encuesta	
EA crédito 1	Cuál es la estrategia que se va a realizar con el fin de optimizar desempeño energético?
	Cuál es el costo adicional que genera la aplicación de esta estrategia?
	Se necesita algún tipo de material o sistema especial para optimizar el desempeño energético?