

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

**CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS: UNA ALTERNATIVA RESPONSABLE  
PARA EL DESARROLLO URBANO DE QUITO**

NOMBRE:

PABLO JOSÉ DAZA DONOSO

DIRECTOR: ING. LAURO LARA

QUITO, 2010

***Dedicatoria***

*Para Dios y mi familia.*

## **Agradecimientos**

*A Dios, a mis padres, a mi abuelita, a mis hermanos, a Jimena, a la familia de Ingeniería y a todos los amigos que me brindaron apoyo y que contribuyeron de innumerables formas a la realización de este trabajo.*

*A los Ingenieros Lauro Lara, Fernando Castro y Patricio Torres, quienes me orientaron y motivaron durante la elaboración de esta disertación.*

*Al Arquitecto Jaskran Kalirai de Estudio A0 y al personal de TORADEINC, EBC y ECOAIRE por su colaboración en la realización del estudio del caso práctico.*

## TABLA DE CONTENIDOS

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
I. Justificación	1
II. Planteamiento del problema	2
III. Objetivos	2
IV. Hipótesis	3
V. Procedimiento	4
VI. Estructura de la disertación	5
<b>CAPÍTULO 1: MEDIO AMBIENTE Y LA CONSTRUCCIÓN URBANA</b>	<b>6</b>
1.1. Problemática ambiental urbana	6
1.1.1 Incidencia de la construcción en el crecimiento económico	6
1.1.2 El crecimiento demográfico urbano	7
1.1.3 Principales preocupaciones ambientales relacionadas con la construcción urbana	8
1.2. Impactos ambientales por la construcción de edificios	11
1.2.1. Impactos ambientales por los estudios de edificios	11
1.2.2. Impactos ambientales por la construcción de edificios	13
1.2.3. Impactos ambientales por la operación de edificios	21
1.3. Normativa ambiental aplicable	30
1.3.1. Acuerdos internacionales	30
1.3.2. Normas nacionales	32
<b>CAPÍTULO 2: EDIFICIOS ECOLÓGICOS</b>	<b>42</b>
2.1. Fundamentos de Construcción Sostenible	42
2.1.1. Desarrollo sostenible y construcción sostenible	42
2.1.2. Orígenes	43
2.1.3. Eco-eficiencia	45

2.1.4.	Diseño Ecológico	47
2.1.5.	Principios de la construcción sostenible para edificios	48
2.2.	Características de los Edificios Sostenibles	49
2.2.1.	Integración de los edificios con el entorno y uso adecuado del suelo	49
2.2.2.	Eficiencia en el consumo de energía y uso de energías renovables	52
2.2.3.	Consumo racional de agua	61
2.2.4.	Gestión de los materiales de construcción en su ciclo de vida	70
2.2.5.	Control de ruido en la operación del edificio	85
2.2.6.	Protección de la salud de los ocupantes	87
2.2.7.	Otras características	95
<b>CAPÍTULO 3: CERTIFICACIÓN AMBIENTAL DE EDIFICIOS</b>		99
3.1.	El rol de la certificación ambiental de edificios	99
3.2.	Descripción general de los sistemas existentes de certificación	101
3.3.	Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental, LEED ( <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> )	105
3.3.1.	Descripción general de LEED	105
3.3.2.	Guía de aplicación del estándar LEED para edificios nuevos, LEED-NC versión 2009 ( <i>LEED New Construction 2009</i> )	107
3.3.3.	Ventajas y desventajas de LEED	112
3.3.4.	Caso de GBC Brasil: obtención de un sistema LEED propio	114
3.4.	Propuesta simplificada de normativa para edificios sostenibles en Quito	115
3.4.1.	Reflexión sobre la necesidad de una normativa para edificios sostenibles en Quito	115
3.4.2.	Propuesta preliminar de norma para la certificación ambiental de edificios comerciales nuevos o significativamente renovados en Quito (adaptación simplificada de LEED-NC 2009)	116
<b>CAPÍTULO 4: LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS EN QUITO</b>		129
4.1.	La construcción sostenible de edificios a nivel local	129
4.1.1.	Aplicación de la construcción sostenible de edificios en Quito	129
4.1.2.	Interés público hacia los edificios sostenibles en Quito	130
4.1.3.	Breve diagnóstico de la construcción sostenible de edificios en Quito	133
4.2.	Reconocimientos a la construcción sostenible de edificios	134

4.3.	Caso práctico: edificio corporativo de <i>Ecuador Bottling Company Corp.</i> (EBC)	137
4.3.1.	Introducción	137
4.3.2.	Datos generales del proyecto	137
4.3.3.	Características de sostenibilidad del proyecto	138
4.3.4.	Simulación de evaluación del proyecto conforme a los criterios de evaluación del sistema de certificación LEED-NC 2009	144
4.3.5.	Comentarios	154
<b>CAPÍTULO 5: PARTICIPACIÓN SOCIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS</b>		157
5.1.	Diagnóstico de la participación social en la construcción y operación de edificios	157
5.2.	Propuesta de participación social en edificios	162
5.2.1.	Objetivo	162
5.2.2.	Propuesta	163
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		165
6.1.	Conclusiones	165
6.2.	Recomendaciones	167
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		169
<b>ANEXOS</b>		
<b>Anexo No. 1.</b>	Cubiertas Verdes	172
<b>Anexo No. 2.</b>	Lista de chequeo de LEED-NC 2009	175
<b>Anexo No. 3.</b>	Distribución de puntos de evaluación en la propuesta preliminar de norma para la certificación ambiental de edificios comerciales nuevos o significativamente renovados en Quito (adaptación simplificada de LEED-NC 2009).	179
<b>Anexo No. 4.</b>	Hojas informativas para la participación social en edificios.	181

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.1.</b> Población en el Ecuador, 2001	8
<b>Gráfico 1.2.</b> Población en el cantón Quito, 2001	8
<b>Gráfico 1.3.</b> Energía facturada a clientes regulados (GWh)	25
<b>Gráfico 2.1.</b> Vidrio cámara (izquierda) y vidrio laminado (derecha)	86
<b>Gráfico 4.1.</b> Vegetación en la terraza	139
<b>Gráfico 4.2.</b> Jardines con plantas adaptadas y nativas	139
<b>Gráfico 4.3.</b> Repisas de luz	140
<b>Gráfico 4.4.</b> Quebrasoles	140
<b>Gráfico 4.5.</b> Espejo de agua	140
<b>Gráfico 4.6.</b> Superficie de captación en cubierta: vegetación y piso de grava	141
<b>Gráfico 4.7.</b> Superficie de captación en entrada posterior: cubierta cóncava	141
<b>Gráfico 4.8.</b> Rejilla de recolección de aguas pluviales en terraza	141
<b>Gráfico 4.9.</b> Cajas de revisión del sistema de aprovechamiento de aguas pluviales	141
<b>Gráfico 4.10.</b> Fachada frontal con quebrasoles de material reutilizado y ventanaje sin marcos de aluminio apoyado sobre estructura principal.	142

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.1.</b> Impactos del entorno urbano según EPA.	9
<b>Tabla 1.2.</b> Impactos del entorno urbano según Charles Kibert.	9
<b>Tabla 1.3.</b> Impactos del entorno urbano según GEOFORAMB.	10
<b>Tabla 1.4.</b> Pérdida de la biodiversidad, presión humana y la huella ecológica, red de encadenamiento por efecto.	29
<b>Tabla 1.5.</b> Guías de Prácticas Ambientales (GPA) para establecimientos que operan en edificios urbanos dentro del DMQ.	41
<b>Tabla 2.1.</b> Méritos ambientales de los insumos ecológicos para la construcción.	71
<b>Tabla 3.1.</b> Lista de chequeo para la certificación ambiental de edificios nuevos.	126
<b>Tabla 4.1.</b> Eventos recientes en el Ecuador relacionados a la construcción sostenible.	131
<b>Tabla 4.2.</b> Reconocimientos relacionados a la construcción sostenible de edificios al alcance de estudiantes y profesionales locales.	134
<b>Tabla 4.3.</b> Resumen de la evaluación LEED del edificio corporativo de EBC.	144

<b>Tabla 4.4.</b> Puntos posibles para el edificio corporativo de EBC.	154
<b>Tabla 5.1.</b> Actores de la participación social en la planificación, diseño, construcción y operación de edificios.	158
<b>Tabla 5.2.</b> Temas de discusión participativa en edificios, barrios y conjuntos residenciales.	160
<b>Tabla 5.3.</b> Mecanismos de participación social para el manejo responsable de residuos sólidos urbanos y consumo racional de agua y energía en los edificios.	161
<b>Tabla 5.4.</b> 5W + 1H de la Participación Social en Edificios.	163

## **RESUMEN**

Estudios demuestran que la construcción de edificios en el desarrollo urbano genera impactos ambientales negativos en todas sus etapas, algunos de ellos importantes en el Ecuador. Personas y organizaciones influenciadas por el movimiento contemporáneo de construcción sostenible están respondiendo con una serie de investigaciones, estándares y experiencias que mitigan los impactos ambientales de la construcción y operación de edificios produciendo lo que podría llamarse como “edificios sostenibles”. Entre la variedad de estándares existentes para edificios sostenibles se destaca Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (LEED por sus siglas en inglés) cuyo uso se está generalizando en Latinoamérica. Sin embargo, es necesario desarrollar una norma diseñada para las condiciones locales ya que en el Ecuador están empezando a surgir iniciativas relevantes para edificios con mejor desempeño ambiental, como es el caso del edificio corporativo de *Ecuador Bottling Company Corp.* en Quito el cual ha sido analizado en el presente documento. Finalmente, con una propuesta de participación social se ofrece un recurso efectivo para orientar los esfuerzos de la ciudadanía hacia la sostenibilidad urbana.

## **INTRODUCCIÓN**

### **I. Justificación**

La industria de la construcción tiene fundamental importancia para lograr alcanzar el desarrollo sostenible, sin embargo, implica un consumo significativo de recursos naturales, genera un gran volumen de residuos y tiene fuerte incidencia en la estructura social y económica de los asentamientos humanos. Debido a estos factores, los actores de la construcción tienen la responsabilidad de buscar construir espacios más saludables y dignos en donde vivir, que estén en armonía con la naturaleza y que estén al alcance de todos. De estas consideraciones depende la sostenibilidad de los asentamientos humanos.

La construcción sostenible de edificios surge de la búsqueda de un entorno urbano sostenible que satisfaga la necesidad de la sociedad por infraestructura ofreciendo un entorno saludable a los ocupantes de edificios y siendo responsable con el medio ambiente.

En países de Latinoamérica, como el Ecuador, apenas se ha incursionado en prácticas sostenibles en la construcción de edificios debido a la falta de desarrollo industrial, personal técnico, apoyo del sector público y privado, y otras barreras comunes en el país por las cuales se sigue construyendo edificios en forma convencional y generando impactos ambientales.

Quito es una ciudad que crece rápidamente por lo que sus edificaciones nuevas y antiguas se deben construir y operar procurando la conservación y mejoramiento de la calidad ambiental y de la calidad de vida de todos los ciudadanos, logrando así la sostenibilidad urbana.

## **II. Planteamiento del problema**

¿Por qué la construcción y operación de edificios es tan importante en relación a la protección ambiental?

¿Qué es la construcción sostenible de edificios?

¿Cómo ayuda la construcción sostenible de edificios a minimizar los impactos ambientales urbanos?

¿Qué normativa técnica puede ayudar a los Ingenieros Civiles a diseñar y construir edificios minimizando la afectación al medio ambiente?

¿Cómo se está desarrollando la práctica de los edificios sostenibles en la ciudad de Quito?

¿Cuál debe ser el rol de la sociedad para lograr aplicar prácticas responsables con el medio ambiente en la construcción y funcionamiento de edificios?

## **III. Objetivos**

### **Objetivo general**

Proporcionar a los Ingenieros Civiles información básica sobre edificios sostenibles y compartir experiencias locales para que se motiven en el desarrollo de la construcción sostenible de edificios, proponiendo recomendaciones específicas para su aplicación en la ciudad de Quito.

## **Objetivos Específicos**

- Evidenciar la importancia que tiene la construcción de edificios en relación a la problemática ambiental urbana, evidenciando los principales impactos negativos de la construcción convencional de edificios.
- Resumir la normativa ambiental aplicable.
- Conocer los beneficios de la construcción sostenible de edificios estudiando sus principios y describiendo sus características básicas.
- Describir el sistema normativo internacional LEED que regula la construcción de edificios sostenibles y realizar una propuesta simplificada de normativa para la construcción de edificios sostenibles en Quito.
- Analizar el desarrollo y la aplicación de la construcción sostenible de edificios en Quito, y, presentar el estudio de un caso práctico sobre edificios sostenibles.
- Realizar una propuesta de participación social en edificios.

## **IV. Hipótesis**

1. La construcción convencional de edificios genera impactos importantes en el medio ambiente urbano.
2. Existen normas nacionales e internacionales para construir edificios sostenibles.
3. La construcción sostenible de edificios utiliza prácticas específicas para minimizar los impactos en el medio ambiente urbano y para dar beneficios a los propietarios y ocupantes de edificios sostenibles.
4. A nivel local se dispone de herramientas para motivar y orientar el emprendimiento de proyectos de edificios sostenibles en Quito.
5. En Quito se observa un desarrollo creciente de la construcción sostenible de edificios.

<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADORES</b>
Primera	Impactos ambientales negativos provocados por la construcción convencional de edificios	Para cada fase de un proyecto, indicadores de alteraciones al medio físico (p.ej., generación de residuos sólidos, niveles de ruido, consumo de energía, consumo de agua, etc.), y al medio humano (p.ej., síntomas físicos en los ocupantes).
Segunda	Normativa aplicable	Normas internacionales Normas nacionales
Tercera	Beneficios ambientales	Ahorro en consumo de energía Ahorro en consumo de agua Mejoramiento del entorno urbano (p.ej., control del efecto "isla de calor", incremento de áreas verdes, revalorización de zonas pobladas, etc.)
	Beneficios para los ocupantes	Incremento en la productividad Preservación de la salud
Cuarta	Herramientas para motivación y orientación de proyectos de edificios sostenibles	Programas académicos formales y eventos de capacitación Sistemas de certificación aplicables Fuentes de información técnica Incentivos en el sector privado
Quinta	Interés en el tema de edificios sostenibles por parte de los ciudadanos	Publicación de artículos de prensa Seminarios y conferencias realizadas
	Emprendimiento de proyectos de edificios sostenibles	Promotores de proyectos sostenibles Constructores de proyectos sostenibles Reconocimientos a proyectos sostenibles Investigaciones realizadas localmente

## **V. Procedimiento**

### **Metodología**

La investigación se realiza por medio del análisis y procesamiento de información proveniente de fuentes secundarias y primarias. Las fuentes secundarias consisten en fuentes bibliográficas como: artículos de prensa, artículos profesionales, informes de investigación, libros especializados y páginas web. Las fuentes primarias consisten en entrevistas a profesionales de la construcción y a ocupantes de edificios, asistencia a conferencias relacionadas al tema, observaciones en campo de los impactos ambientales (en las fases de construcción y operación) y datos de la Cámara de la Construcción de Quito.

## **Técnicas**

- Estudio de fuentes bibliográficas.
- Asistencia a conferencias.
- Entrevistas a profesionales de la construcción y a ocupantes de edificios.
- Observación de impactos ambientales durante la construcción y operación de edificios convencionales
- Observación de la construcción y operación de edificios sostenibles.
- Revisión de estadísticas.
- Recopilación, clasificación y selección de la información relevante en una base informática de datos.
- Verificación de las variables mediante el análisis de los datos obtenidos.
- Redacción de la disertación.

## **VI. Estructura de la disertación**

Capítulo 1: Contiene información sobre la incidencia de la construcción y en particular la construcción de edificios en el medio ambiente y presenta un resumen de la normativa aplicable.

Capítulo 2: Describe aspectos básicos sobre construcción sostenible y los componentes y principales prácticas de construcción sostenible en edificios sostenibles.

Capítulo 3: Describe los métodos de calificación existentes a nivel internacional, conocidos como sistemas de evaluación ambiental de edificios, y realiza una propuesta simplificada de normativa para la construcción sostenible edificios en Quito.

Capítulo 4: Resume los esfuerzos que se han realizado en Quito para impulsar la actividad de la construcción sostenible de edificios y presenta un estudio de caso.

Capítulo 5: Discute la importancia de la participación social en la implementación de la construcción sostenible de edificios y presenta una propuesta para lograr la colaboración de los ocupantes y propietarios en este tipo de proyectos.

Capítulo 6: Evalúa las hipótesis establecidas según la información desarrollada en la disertación. Propone recomendaciones a fin de orientar los próximos esfuerzos a favor de la construcción sostenible de edificios en Quito.

## **CAPÍTULO 1: MEDIO AMBIENTE Y LA CONSTRUCCIÓN URBANA**

### **1.1. Problemática ambiental urbana**

Los impactos ambientales de los asentamientos humanos se producen por dos causas principales: el consumo excesivo de recursos y el crecimiento demográfico que a su vez produce desechos y contaminación ambiental. El consumo de recursos se desarrolla en función del crecimiento económico del cual participa el sector de la construcción, y éste se relaciona directamente con el deterioro al medio ambiente. El crecimiento demográfico tiende a concentrarse cada vez más en las áreas urbanas, lo que añade nuevos problemas de sostenibilidad debido a la precaria calidad de vida en los nuevos asentamientos humanos.

#### **1.1.1 Incidencia de la construcción en el crecimiento económico**

El sector de la construcción participa notablemente en la economía de los países en desarrollo ya que ellos gastan alrededor de la mitad de sus recursos (capital, materiales y energía) en infraestructura.<sup>1</sup> En el Ecuador, cerca del 9% del producto interno bruto (PIB), un valor significativo, corresponde a la construcción<sup>2</sup>. Especialmente en los países desarrollados, se ha observado cómo la explotación intensiva de recursos naturales en busca de mayores ganancias monetarias ha degradado la calidad del medio ambiente. Por estas razones, se sugiere que quienes participan de esta actividad apliquen soluciones que detengan el deterioro del medio ambiente.

Se podría establecer un ambiente propicio para la adaptación gradual de la construcción sostenible de edificios en el desarrollo económico de la sociedad a través de impuestos, incentivos (descuentos, subsidios, bonos, etc.), estándares y programas de capacitación

---

<sup>1</sup> Chrisna du Plessis, comp.. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. Pretoria, CSIR Building and Construction Technology, 2002. p. i.

<sup>2</sup> Banco Central del Ecuador. Previsiones Económicas 2009: Producto Interno Bruto. Internet. [www.bce.fin.ec/frame.php?CNT=ARB0000955](http://www.bce.fin.ec/frame.php?CNT=ARB0000955). Acceso: 2009-08-25.

sobre temas de sostenibilidad para todos los niveles de estudio, siendo éstas algunas de las medidas que podría aplicar el Gobierno Nacional en el futuro.<sup>3</sup>

### **1.1.2 El crecimiento demográfico urbano**

La población mundial está creciendo y tiende a concentrarse cada vez más en las áreas urbanas. Este fenómeno, dado por migración de la población rural en busca de mejores oportunidades en las ciudades, implica un crecimiento en la demanda de vivienda e infraestructura para las actividades económicas, lo que lleva a un mayor consumo de recursos y al agravamiento de problemas ambientales.

Según la División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, en el año 2008, por primera vez en la historia mundial, la población urbana iguala a la población rural mundial. Esto significa que desde ese año la población urbana mundial sería mayor que la rural. Según las Naciones Unidas, en el año 2050 el 70% de la población mundial podría ser urbana, siendo las áreas urbanas las que absorberían el crecimiento poblacional total. El fenómeno de crecimiento poblacional urbano se manifestaría más en regiones en desarrollo. Las áreas urbanas de América Latina y el Caribe, particularmente, absorberían un crecimiento poblacional de 200 millones de habitantes.<sup>4</sup>

Las regiones desarrolladas presentan los mayores porcentajes de población urbana. Sin embargo, según datos de las Naciones Unidas, para el año 2007, en América Latina y el Caribe, la concentración del 78% de la población total en áreas urbanas es preocupante porque superó a la que se presentó en Europa (72%). En el Ecuador, el 83,6% de la población podría concentrarse en las ciudades, al término del año 2050.<sup>5</sup>

---

<sup>3</sup> Kimberly K. Smith. Powering Our Future, Nueva York, iUniverse, 2005. pp. 264-267.

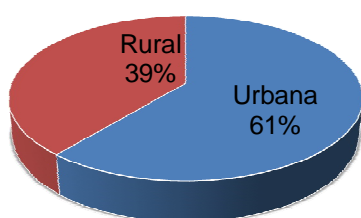
Du Plessis, op. cit., pp. 32-33.

<sup>4</sup> United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Urban Population, Development and the Environment 2007. Internet. [www.un.org/esa/population/publications/2007\\_PopDev/2007\\_PopDev\\_Urban.htm](http://www.un.org/esa/population/publications/2007_PopDev/2007_PopDev_Urban.htm). Acceso: 2009-08-25.

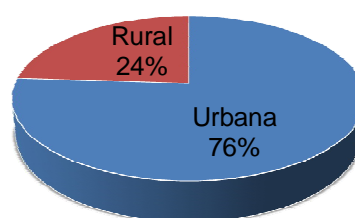
<sup>5</sup> Ibíd.

Quito es la segunda mayor aglomeración urbana del Ecuador. Según el IV Censo de Población y V de Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el año 2001, se observa una gran concentración de población urbana en Ecuador, particularmente en Quito.

**Gráfico 1.1.** Población en el Ecuador, 2001



**Gráfico 1.2.** Población en el cantón Quito, 2001



Fuente: INEC<sup>6</sup>

Elaboración: Pablo Daza

Por su alta concentración de población urbana, comparable a la de regiones desarrolladas como Europa, Quito debería ser ambientalmente consciente en su crecimiento. El brindar vivienda e infraestructura adecuada para la nueva población implica mayores retos de sostenibilidad para la ciudad porque el rápido crecimiento demográfico y la pobreza están generando asentamientos informales con condiciones precarias de vida y degradación del medio ambiente.

### **1.1.3 Principales preocupaciones ambientales relacionadas con la construcción urbana**

Se han identificado los impactos ambientales que podrían generar la construcción y operación de obras de infraestructura, pero éstos son causados en mínima proporción por

---

<sup>6</sup> Se utilizó el servicio REDATAM del Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos (INEC) para acceder a las estadísticas demográficas. Para realizar consultas de estadísticas demográficas con el sistema REDATAM del INEC, se inicia en la página: [www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com).

Acceso: 2009-08-25.

los edificios. No obstante, cabe recalcar que los impactos ambientales de los edificios son acumulativos dentro de un área urbana conformada por ellos.

Según la Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés), el entorno urbano produce los siguientes impactos:

**Tabla 1.1.** Impactos del entorno construido según EPA.

Aspectos del Entorno Construido	Sectores de Consumo	Impactos Directos	Impactos Finales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplazamiento</li> <li>• Diseño</li> <li>• Construcción</li> <li>• Operación</li> <li>• Mantenimiento</li> <li>• Renovación</li> <li>• Deconstrucción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía</li> <li>• Agua</li> <li>• Materiales</li> <li>• Recursos Naturales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos</li> <li>• Contaminación del aire</li> <li>• Contaminación del agua</li> <li>• Contaminación del interior de edificios</li> <li>• Islas de calor</li> <li>• Escurrimiento de aguas pluviales</li> <li>• Ruido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños a la salud humana</li> <li>• Degradación del medio ambiente</li> <li>• Pérdida de los recursos</li> </ul>

Fuente y elaboración: EPA<sup>7</sup>

Traducción: Pablo Daza

Según Charles J. Kibert, líder en la práctica y teoría de la construcción sostenible de edificios en los Estados Unidos, la construcción urbana está involucrada con los siguientes problemas ambientales:

**Tabla 1.2.** Impactos del entorno urbano según Charles Kibert.

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio climático</li> <li>- Destrucción de la capa de ozono</li> <li>- Erosión del suelo</li> <li>- Desertificación</li> <li>- Deforestación</li> <li>- Eutrofización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acidificación de lagos y suelos por lluvia ácida</li> <li>- Pérdida de biodiversidad</li> <li>- Contaminación del suelo, agua y aire</li> <li>- Dispersión de sustancias tóxicas</li> <li>- Agotamiento de materiales</li> </ul>
---	---

Fuente: Charles Kibert<sup>8</sup>; Elaboración: Pablo Daza

<sup>7</sup> EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Green Building: Basic Information. Internet. [www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm](http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm). Acceso: 2009-12-06.

<sup>8</sup> Charles J. Kibert. Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. New Jersey, John Wiley & Sons, 2a edición, 2008. p.38.

Según la Guía de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción, de la colección de folletos de Gestión y Formación Ambiental (GEFORAMB), los siguientes problemas ambientales están relacionados a la actividad de la construcción:

**Tabla 1.3.** Impactos de la construcción según GEFORAMB.

- Ruidos y vibraciones	- Vertidos al agua
- Generación de polvo	- Consumo de recursos naturales
- Impacto visual	- Contaminación del suelo
- Generación de residuos sólidos	- Alteración del paisaje
- Consumo de energía	- Destrucción de hábitats naturales
- Problemas asociados al transporte de materiales	- Incremento de la vulnerabilidad a la erosión
- Emisiones a la atmósfera	

Fuente: GEFORAMB<sup>9</sup>

Elaboración: Pablo Daza

Según las investigaciones resumidas en el Programa 21 para la Construcción Sostenible en Países en Desarrollo, el sector de la construcción genera, entre otros, los siguientes impactos sociales<sup>10</sup>:

- Emplea a una considerable parte de la población.
- Los problemas de corrupción generan productos de la construcción que no cumplen con estándares de calidad.
- Abuso y discriminación hacia el género femenino.
- Baja seguridad industrial que resulta en accidentes y muertes.
- La naturaleza rotativa del trabajo en la construcción hace que el aprendizaje sobre la industria sea débil y que la base de conocimientos sea pobre.

---

La eutrofización es un efecto atribuible especialmente a la actividad de la agricultura. Los demás efectos son impactos indirectos de la construcción y operación de edificios, y son impactos directos de otras actividades como: generación de energía con combustibles fósiles, expansión de áreas urbanas, agrícolas y ganaderas, y funcionamiento de industrias en general.

<sup>9</sup> Fernando Bustos A.. Guía de Buenas Prácticas Ambientales. 10, La Construcción, Quito, GEFORAMB, 2005. p. 10.

<sup>10</sup> Du Plessis, op. cit., pp. 15-16.

A continuación se presenta la lista de problemas ambientales prioritarios definidos por el Principio 15 de las Políticas Básicas Ambientales del Ecuador, documento incorporado al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente, marcándose con un asterisco aquellos que podrían tener relación al crecimiento de las ciudades de las cuales forman parte los edificios, siendo éstos parte del conjunto de impactos ambientales citados anteriormente<sup>11</sup>:

- La pobreza, (agravada por el alto crecimiento poblacional frente a la insuficiente capacidad del Estado para satisfacer sus requerimientos, principalmente empleo).
- La erosión y desordenado uso de los suelos.\*
- La deforestación.\*
- La pérdida de la biodiversidad y recursos genéticos.\*
- La desordenada e irracional explotación de recursos naturales en general.\*
- La contaminación creciente de aire, agua y suelo.\*
- La generación y manejo deficiente de desechos, incluyendo tóxicos y peligrosos.\*
- El estancamiento y deterioro de las condiciones ambientales urbanas.\*
- Los grandes problemas de salud nacional por contaminación y malnutrición.
- El proceso de desertificación y agravamiento del fenómeno de sequías.\*
- Los riesgos, desastres y emergencias naturales y ambientales.\*

## **1.2. Impactos ambientales por la construcción de edificios**

Para el análisis de los impactos ambientales por la construcción de edificios se considerará todo el ciclo de vida de un proyecto: estudios (de factibilidad y diseños definitivos), construcción, operación y mantenimiento, renovación, abandono y demolición. Las etapas en las que se producen los principales impactos ambientales son: estudios, construcción, operación, renovación y demolición.

### **1.2.1. Impactos ambientales en la fase de estudios de edificios**

Los impactos ambientales en la etapa de estudios son mínimos y podrían estar relacionados al consumo de papel, consumo de energía, alteraciones en el ambiente durante actividades de exploración del suelo, etc. Sin embargo, cabe puntualizar que las decisiones tomadas en la fase de estudios relacionados con la selección del sitio,

---

<sup>11</sup> Políticas Básicas Ambientales del Ecuador. Decreto Ejecutivo No. 1802 publicado en el R.O. No. 456 de 7 de junio de 1994.

materiales e insumos, tecnologías y de especificaciones pueden generar impactos ambientales en la fase de construcción y de operación y mantenimiento.

Dentro de esta fase se describirán a continuación los impactos ambientales relacionados con la planificación urbana la cual antecede a toda actividad asociada a los estudios de un edificio:

- *Planificación del uso del suelo*

La planificación del uso del suelo incluye la selección de áreas para edificaciones urbanas y para urbanizaciones. Una planificación inadecuada del uso del suelo podría causar los siguientes impactos ambientales:

- *Emisiones de dióxido de carbono por el tránsito vehicular.* Estas emisiones son generadas a causa del tráfico y las largas distancias que deben recorrer los vehículos motorizado debido a la dispersión y descontrolado crecimiento de las ciudades, producto de una inadecuada planificación urbana. Esto también genera mayor demanda, costos y dificultades para la entrega de transporte público y de servicios básicos a las nuevas áreas urbanizadas.
- Pérdida de áreas cultivables (en el caso de áreas no urbanizadas previamente y más bien destinadas a uso agrícola) y de áreas verdes urbanas (necesarias para la recreación de la población, oxigenación del aire y retención del agua de lluvia).
- Riesgo de desastres naturales en las áreas urbanizadas como: inundaciones, deslizamientos de tierra, deslaves, fenómenos volcánicos (p.ej., flujos de lava, caída de ceniza), sismos, etc.
- *Pérdida de hábitats naturales (en el caso de áreas no urbanizadas y áreas protegidas).* El cambio de uso de áreas que fueron hábitats naturales para crear áreas urbanizadas, ganaderas o agrícolas provoca un desequilibrio en los ecosistemas y pérdida de biodiversidad. A esto lo acompaña la deforestación y sus derivados que son la desertificación y la erosión.
- Pérdida del patrimonio cultural de la ciudad (en el caso de planificar la construcción de edificios sobre yacimientos arqueológicos o donde existen edificios de valor histórico).
- *No recuperación de áreas deprimidas económica y ambientalmente.* Por cuestiones de seguridad financiera, generalmente los promotores de proyectos evitan construir en estas áreas que de hacerlo podrían ser revalorizadas.

- *Afectación al drenaje urbano.* Las áreas construidas aumentan el escurrimiento de aguas pluviales por su impermeabilidad. Esto produce mayor carga sobre los sistemas de drenaje e incrementa la erosión en los cauces naturales y artificiales de drenaje.
- *Efecto de "isla de calor" urbana.* La falta de vegetación que enfría el aire en zonas urbanas y la acumulación de calor en los pavimentos y en la superficie de los edificios hace que la temperatura en la ciudad sea alta en comparación a las zonas rurales. Esto causa incomodidad ante el elevado calor, problemas de salud por el calor excesivo y problemas del consumo de energía para aire acondicionado.
- *Contaminación lumínica e invasión de luz durante la noche.* La emisión innecesaria de luz por parte de las áreas en la ciudad genera problemas como la obstrucción de la visibilidad de astrónomos y la población en general hacia el firmamento y la alteración del comportamiento de los animales. Ésta es generada especialmente por el alumbrado público, pero los edificios altamente iluminados pueden aumentar el efecto.

### **1.2.2. Impactos ambientales en la fase de construcción de edificios**

En el siguiente análisis se considerarán los impactos ambientales causados en las etapas de construcción, renovación y demolición de edificios, tomando en cuenta que la demolición de edificios se presenta como un rubro o actividad inicial para la preparación del terreno para la construcción de un edificio y que la actividad de renovación es similar a la construcción pero en menor magnitud.

- *Ruidos y vibraciones*<sup>12</sup>

El ruido es "todo sonido indeseable que molesta o perjudica a las personas"<sup>13</sup>. Una persona expuesta a ciertos niveles de ruido puede experimentar sordera temporal (permanente si la exposición es continua), síntomas físicos, alteración del sueño y síntomas psicológicos. Los ruidos persistentes pueden irritar y distraer a algunas personas que rodean la construcción, eventualmente bajando su productividad. También pueden interferir con la capacidad de comunicación oral entre personas y eso podría interrumpir sus actividades.

---

<sup>12</sup> Notas del curso de Impacto Ambiental, Facultad de Ingeniería, PUCE.

<sup>13</sup> Ordenanza No. 213 del Distrito Metropolitano de Quito: Sustitutiva del Título V, "Del Medio Ambiente", Libro Segundo, del Código Municipal. Ordenanza Municipal No. 213 publicada en el R.O. Edición Especial No. 4 de 10 de septiembre de 2007. Art. 11.372.1 (Definiciones).

En áreas residenciales, el ruido es crítico durante la noche porque altera el sueño. No obstante, la construcción de edificios generalmente se desarrolla durante el día por lo que hay una baja probabilidad de que este problema ocurra particularmente.

Las mismas actividades que generan ruido pueden generar vibraciones del piso, ventanas y muebles en las proximidades de la construcción y pueden llegar a ser perceptibles, molestando y distrayendo a algunas personas.

Las acciones que generan ruido y vibraciones durante la construcción de edificios son:

- La operación de maquinaria y equipos de construcción: volquetas, excavadoras, mezcladoras de hormigón, bombas para hormigón, compactadoras de suelo, grúas, elevadores, vibradores de hormigón fresco, generadores de energía eléctrica, etc.
- Uso de herramientas manuales ruidosas: martillos, picos, taladros, amoladoras, etc.
- La demolición de edificios: uso de picos y equipos mecánicos para romper paredes y elementos estructurales, dinamitado.

La unidad de medida de la intensidad sonora es el belio, siendo el decibelio o decibel (dB) la unidad generalmente empleada. Esta variable puede medir el nivel de ruido y se mide usando un sonómetro. Las vibraciones se expresan como valor eficaz (RMS) en unidades de aceleración ( $m/s^2$ ) y se miden usando un acelerómetro.

La magnitud del ruido es variable y depende de la fuente emisora, de la distancia entre quien percibe el ruido y la fuente, y de los obstáculos que desvían y disipan el ruido. Se considera silencio entre 0 y 20dB, poco ruido entre 40 y 60dB, muy ruidoso entre 80 y 100 dB, e intolerable entre 120 y 140 dB. Puede alcanzar niveles muy ruidosos para los operadores de maquinarias que no utilicen protección para sus oídos. Es un efecto directo e inmediato de las acciones que lo producen y dura solamente mientras persistan dichas acciones. El ruido es apenas acumulativo por el efecto de enmascaramiento (el conjunto de varias fuentes de ruido presenta el nivel de ruido del emisor más fuerte y sólo puede aumentar la magnitud en 3 dB). Estos efectos son inevitables mientras no surjan procesos constructivos que no generen ruido ni vibraciones. Este impacto ambiental ocurre dentro del ámbito local, en las proximidades al sitio de construcción.

Para mitigar los efectos del ruido y las vibraciones de una construcción se recomienda usar equipos y máquinas cuyos motores y demás partes móviles se encuentren en buen estado y con un adecuado mantenimiento. Los obreros, en especial los operarios de máquinas y otros equipos, deben proteger sus oídos con orejeras de seguridad industriales.

- *Generación de polvo*

La generación de polvo es la contaminación del aire con partículas de materiales pétreos cuando se perturban superficies polvorientas como, por ejemplo, el sitio de construcción. Este efecto puede provocar problemas a las personas como dificultades en la respiración y molestias en los ojos. Los efectos respiratorios son más críticos cuando las partículas son más finas. Otro perjuicio a las personas es el encontrar sus bienes cubiertos de polvo.

Las causas que generan polvo en la construcción son:

- La demolición de edificios usando procesos violentos.
- Movimiento de tierras sumado a la acción de viento sobre el sitio de construcción.
- Transporte para suministro de material de construcción y para desalojo de material de excavación y escombros, puesto que la circulación de transporte pesado sobre la superficie polvorienta de la construcción y la falta de aislamiento de la carga de las volquetas generan polvo.

La concentración de polvo en el aire se mide como el peso de polvo por unidad de volumen de aire (p.ej., gramos por metro cúbico, g/m<sup>3</sup>). El diámetro de las partículas se mide en micrómetros o micrones.

La magnitud de este impacto es variable y depende de la sequedad del sitio y de la presencia de vientos. Este es un efecto directo e inmediato de las acciones que lo producen y puede durar hasta algunos minutos si existe viento. Este impacto se desarrolla en el ámbito local pero, dadas las condiciones de viento fuerte y alta sequedad, puede llegar a afectar a áreas que están a kilómetros de distancia del sitio.

La generación de polvo puede mitigarse tomándose las siguientes medidas: humedeciendo las superficies polvorientas, usando barreras provisionales contra el viento, usando procesos poco violentos de demolición, controlando la velocidad de circulación de

los camiones y otras maquinas en el sitio de construcción, y aislando ciertas superficies polvorientas con lonas o cualquier otro textil (especialmente sobre la carga de volquetas).

- *Generación de residuos sólidos*

La generación de residuos sólidos de la construcción de edificios es la acumulación de tierra, material sobrante de construcción y escombros de demolición que luego son desalojados hacia depósitos denominados escombreras. En las escombreras de Quito además se mezclan residuos industriales y hasta residuos sólidos domésticos. Según una investigación realizada por estudiantes de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo (UEES), las consecuencias de este efecto son<sup>14</sup>:

- *Bajo nivel de vida para ciertos sectores cercanos a los depósitos.* La presencia de depósitos de residuos sólidos, o escombreras, genera gran rechazo social. Los sectores próximos a los depósitos pierden notoriamente su valor comercial y eso perjudica a los propietarios de esas tierras. Adicionalmente, se presentan condiciones de trabajo precarias para las personas dedicadas al minado de escombros para la recuperación de materiales reciclables.
- *Contaminación del suelo y aguas superficiales.* El suelo puede ser contaminado con el lixiviado que percola a través de los depósitos. Las aguas superficiales pueden contaminarse con sedimentos de acero corroído y hormigón.
- Surgimiento de depósitos clandestinos ilegales que no cumplen con planes de manejo ambiental como las escombreras municipales.

Además, este efecto presenta otros problemas como la proliferación de animales transmisores de enfermedades (p.ej., roedores)<sup>15</sup>, problemas de tránsito vehicular en su transporte, taponamiento de sistemas de alcantarillado (p.ej., por el lavado de hormigoneras) y contaminación de laderas, quebradas y ríos en el caso de depósitos clandestinos y algunos depósitos autorizados.

Los problemas de la generación de residuos sólidos de construcción son causados por:

---

<sup>14</sup> Gabriela Pérez E. y Sebastián Almeida C.. Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición. Loja, Primer Congreso de Gestión Ambiental Urbana, 2009. p. 25.

<sup>15</sup> Du Plessis, op. cit., p. 14.

- Generación de escombros de demolición, suelo de excavación y sobrantes de construcción.
- Lavado de hormigoneras, tubos de hormigonado y vehículos de carga de materiales en la vía pública.
- Transporte de los materiales hacia los depósitos o escombreras.

Para el sector de la construcción de una ciudad o país, la generación de residuos sólidos se mide en unidades de peso o volumen producidos en un período de tiempo (p.ej., toneladas al año) o per cápita por año (p.ej., toneladas per cápita por año). Por ejemplo, las escombreras autorizadas de Quito reciben 3000 m<sup>3</sup> de escombros al día, cerca de 1'000.000 m<sup>3</sup> anuales ó 0,64 m<sup>3</sup> per cápita<sup>16</sup>, sumándose a esto un estimado de 40% de esta cantidad que es dispuesto en depósitos clandestinos<sup>17</sup>. Para un edificio se puede medir la generación de residuos sólidos en peso por unidad de superficie (p.ej., kilogramos por metro cuadrado, kg/m<sup>2</sup>), o volumen por unidad de superficie (p.ej., metros cúbicos por metro cuadrado, m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>).<sup>18</sup>

La incrementada actividad de la construcción y la falta de recuperación de los materiales reciclables aumentan acumulativamente el volumen de los depósitos. La generación de residuos sólidos es un efecto directo de la construcción de edificios y es un problema que está ocurriendo en diferentes puntos en todo el país.

La mejor forma de mitigar este efecto es recuperar los materiales como los metales y el hormigón y transformarlos en nuevos materiales para la construcción. El salvar o rehabilitar ciertas estructuras que lo ameriten en lugar de demolerlas es también una

---

<sup>16</sup> Cálculo en base a una población urbana de 1,7 millones de habitantes en Quito (2007). Fuente: United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Urban Agglomerations 2007. Internet. [www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007\\_urban\\_agglomerations\\_chart.pdf](http://www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007_urban_agglomerations_chart.pdf). Acceso: 2009-08-25.

<sup>17</sup> Consulta a Ing. Carlos Coral, Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas de Quito (EMMOP-Q).

<sup>18</sup> Kibert, op. cit., p. 45.

forma efectiva de reducir los residuos sólidos. También se recomienda el no lavar las hormigoneras, tubos de hormigonado y vehículos de carga en la vía pública.

- *Obstaculización del tránsito vehicular y peatonal y riesgo de accidentes de tránsito*

La circulación de transporte pesado para suministro y desalojo de materiales puede causar congestión vehicular e incluso podría causar accidentes de tránsito. El tránsito de peatones puede ser obstaculizado por bodegas provisionales, acumulación de materiales y otras actividades realizadas sobre las veredas.

El tiempo que se demoran los conductores en llegar a sus destinos por causa de la construcción o el número de accidentes de tránsito inducidos por el riesgo alrededor de la construcción pueden ser indicadores de este impacto.

Los problemas de tránsito son un efecto indirecto de la construcción de edificios. La ocurrencia es más probable durante las horas de mayor circulación u horas pico.

Para mitigar este efecto se recomienda definir horarios de circulación de transporte pesado que estén fuera de las horas pico y rutas de circulación que eviten las vías de mayor tránsito. También se deben tomar medidas de seguridad para prevenir accidentes, como el controlar la velocidad del transporte de carga y colocar señales de precaución en los puntos de riesgo. Las instalaciones provisionales que se construyan sobre las veredas deben ser elevadas con columnas para permitir la circulación de peatones debajo de dichas instalaciones.

- *Consumo de materiales*

Esta acción puede impactar al medio ambiente al generarse indirectamente impactos ambientales en la extracción, fabricación y transporte de los materiales de construcción. Algunos de los impactos del consumo de materiales se resumen a continuación:

- Incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera debido a la energía que se requiere para la extracción, fabricación y transporte de los materiales de construcción, especialmente el cemento y el acero. Los edificios de Quito son predominantemente hechos de hormigón armado, lo cual demanda grandes cantidades de cemento y acero.
- Deforestación y destrucción de hábitats naturales por la sobreexplotación de madera de bosques primarios y por la actividad minera para extraer metales comúnmente

usados en la construcción como el cobre, hierro, aluminio, zinc, etc. De esto derivan la degradación del suelo en forma de desertificación y erosión.

- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas con residuos de minería, explotación en canteras y residuos industriales de la fabricación de materiales.
- Agotamiento de metales y minerales como el cobre, hierro, zinc y aluminio por la extracción descontrolada de fuentes naturales limitadas y por la poca práctica del reciclaje. A esto acompaña el encarecimiento de los materiales de construcción basados en dichos minerales.
- Afectación a la salud de los ocupantes de edificios al incrementar la concentración de sustancias peligrosas en el medio ambiente y en el interior de edificios cuando, por ejemplo, se usan pinturas con plomo, tableros de madera con formaldehído, maderas tratadas con creosota y productos de asbesto.

Adicionalmente, ciertos materiales tienen desventajas ambientales como la baja capacidad de reutilización en el caso de insumos poco durables y con pocos usos posibles como, por ejemplo, el *gypsum*. La mínima capacidad de reciclaje de ciertos materiales es otra desventaja ambiental y sucede en materiales compuestos difícilmente separables (p.ej., productos de PVC) o materiales que pierden sus características físicas y mecánicas al ser reciclados (p.ej., hormigón).

La materialización de proyectos de edificios es la acción fundamental que causa este impacto y puede incrementar los efectos al haber falta de optimización en la distribución de espacios y alta complejidad en el diseño arquitectónico.

El costo directo del edificio, restando el costo por mano de obra, equipos y herramientas podría ser el indicador que mida el consumo de materiales.

Este efecto, desarrollado en el ámbito regional, podría calificarse como perjudicial para el medio ambiente, pero es beneficioso si se considera que genera trabajo e ingresos económicos para ciertos sectores sociales. Es un efecto inevitable y directo de la construcción de edificios. Es permanente mientras exista demanda por vivienda e infraestructura en la sociedad. El impacto puede ser reversible para el caso de los recursos renovables como, por ejemplo, la madera.

La forma de mitigar los impactos que son derivados del consumo de materiales en la construcción de edificios se logra mediante las prácticas de reducir, reutilizar y reciclar (ver sección 2.2.4).

- *Deforestación*

La deforestación es la destrucción de bosques primarios a gran escala. Esto limita la capacidad de la Tierra para capturar dióxido de carbono de la atmósfera transformándolo en masa arbórea, contribuyendo al cambio climático. La deforestación a nivel regional produce cambios en la hidrología, evidenciado especialmente por la disminución de lluvias.<sup>19</sup> Los siguientes problemas ambientales también se derivan de la deforestación: pérdida de biodiversidad, erosión del suelo, desertificación y desplazamiento de gente.

Las causas de la deforestación relacionadas a la construcción de edificios son: la ocupación de áreas boscosas con edificaciones urbanas, la destrucción de bosques por la expansión de la agricultura y la ganadería que es atraída por el crecimiento de las áreas urbanas; y uso de madera para la construcción.

La velocidad o tasa de deforestación es el indicador de este efecto y se la expresa en hectáreas por año.

La deforestación es un problema mundial que se presenta en diferentes magnitudes en cada región. Este es un efecto indirecto de la construcción de edificios y puede ser permanente si no se recuperan las áreas deforestadas con reforestación.

Desde el punto de vista de la construcción de edificios, se puede mitigar el efecto de la deforestación utilizando solamente materiales derivados de la madera que tengan certificación por manejo forestal sostenible y reforestando áreas urbanas donde no se prevea la construcción de edificios.

- *Otros impactos*

El proyecto arquitectónico y paisajístico de un edificio puede generar los siguientes impactos ambientales durante la construcción:

---

<sup>19</sup> Kibert, op. cit., p. 40.

- Impacto visual a causa del contraste entre el edificio en construcción y el entorno, especialmente en entornos urbanos históricos y en áreas rurales.
- Pérdida de áreas verdes alrededor del edificio al añadir áreas innecesariamente pavimentadas.

### **1.2.3. Impactos ambientales en la fase de operación de edificios**

Los impactos de la operación de un edificio individual no son de magnitud considerable, pero el efecto de todo un asentamiento humano produce impactos acumulativos en el medio ambiente. Es por esto que los impactos mencionados a continuación, excepto el primero, son causados por áreas urbanas conformadas por varios edificios.

- *Efecto de edificio “enfermo”*<sup>20</sup>

Un edificio dentro del cual los ocupantes reaccionan negativamente al entorno, a veces presentando efectos en la salud o cambios de comportamiento, se denomina edificio “enfermo”. El 30% de los edificios afectan negativamente al comportamiento de los ocupantes y, en esos edificios, entre el 10 y el 30% de sus ocupantes presentan síntomas físicos que generalmente persisten sólo durante la ocupación del edificio o que, dependiendo de los contaminantes, desarrollan enfermedades como la asbestosis (o amiantosis), legionelosis, variedades de cáncer y otras. Los cambios en el comportamiento en los ocupantes se manifiestan como disconformidad, desmotivación, frustración y, finalmente, disminución en la productividad. El diseño arquitectónico puede contribuir a la afectación en la salud de los ocupantes al exponerlos a ambientes muy cerrados, mal iluminados y poco ventilados, considerando además que la falta de contacto con el exterior es desmoralizante y reduce la productividad de los ocupantes.

Las causas del efecto de edificio enfermo son:

- Falta de eficacia de los sistemas de climatización al entregar insuficiente ventilación.
- Hermeticidad de los edificios modernos y falta de contacto con el exterior.
- Presencia de contaminantes físicos, químicos y biológicos y otros agentes que disminuyen la calidad ambiental interior. Esto puede ser aportado por contaminantes liberados por materiales que se usan en el interior del edificio, por

---

<sup>20</sup> José Rodríguez Barbosa. Conferencia: Los edificios enfermos, sus causas y efectos sobre sus ocupantes, Quito, FUNIBER, 29 de octubre de 2009.

las actividades de los ocupantes (p.ej., fumar, conducir automóviles en los parqueaderos, etc.) o por el ingreso de contaminantes desde el suelo (p.ej., gas radón) o del exterior.

- Factores laborales que causan inconformidad en los ocupantes.

El mal funcionamiento de los sistemas de climatización, los síntomas corporales y mala actitud de trabajo de los ocupantes suelen ser indicadores de este problema. Para obtener estos indicadores se deben elaborar y aplicar métodos de evaluación como, por ejemplo, cuestionarios para los ocupantes y listas de chequeo para identificar todos los componentes del edificio que puedan estar provocando problemas. En los cuestionarios sería útil interrogar a los ocupantes sobre sus actividades y su ambiente laboral, síntomas corporales y síntomas psicológicos.

Este impacto local es un efecto directo e inmediato de la operación de un edificio. La duración de este efecto en una persona generalmente es fugaz porque los síntomas suelen desaparecer cuando el ocupante deja el edificio. Los edificios nuevos o recientemente renovados presentan problemas temporalmente, tratándose de emisiones de compuestos volátiles de los materiales de construcción nuevos.

Para mitigar el efecto de edificio enfermo se debe:

- Utilizar ventilación e iluminación naturales y proveer de vista al exterior.
- Mejorar los sistemas de climatización (calefacción, ventilación y aire acondicionado) previniendo la contaminación con un adecuado diseño, mantenimiento y control.
- Regular la humedad relativa, temperatura, iluminación y ruido en el interior del edificio.
- Evitar focos de contaminación (esquinas y grietas húmedas y con moho) y limpiar periódicamente el edificio por dentro y por fuera.
- Evitar el uso de materiales de construcción que despidan sustancias potencialmente peligrosas para la salud como, por ejemplo, pinturas, productos de madera y pisos con alto contenido de compuestos orgánicos volátiles.
- Ofrecer espacios a los ocupantes de tal forma que estén cómodos y conformes. Crear un ambiente laboral agradable y con una mejor convivencia entre trabajadores.
- Reducir las emisiones de humo provenientes de fumadores y automóviles.

- *El cambio climático derivado del consumo de energía no renovable en edificios*

El cambio climático es la fluctuación a largo plazo de aspectos del clima de la Tierra como la temperatura, precipitación y viento<sup>21</sup>. Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), para el Ecuador la situación es crítica porque el calentamiento global, efecto del cambio climático, implica la desaparición de los glaciares intertropicales que son fuente de agua para consumo humano y para generación de energía hidroeléctrica<sup>22</sup>. Los efectos del cambio climático sobre la capacidad de suministro de agua y de energía por generación hidroeléctrica en el Ecuador han sido especialmente evidenciados por la sequía y la crisis energética que ha alcanzado niveles alarmantes desde fines del año 2009 hasta la presente. El racionamiento de la electricidad y de agua para irrigación son algunas de las consecuencias que se viven en la actualidad a causa de este efecto.

La radiación solar llega a la atmósfera donde es reflejada parcialmente hacia el espacio. La otra parte de esa energía alcanza la superficie terrestre y una parte es reflejada de vuelta hacia la atmósfera. Los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, reflejan esa última energía de nuevo hacia la superficie terrestre y hacia el espacio. Así es como la Tierra regula su temperatura con la ayuda de los gases de efecto invernadero.

La causa del cambio climático es el incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera debido a las actividades humanas como, por ejemplo, el consumo de energía no renovable en edificios que proviene de plantas termoeléctricas (suministro de energía para la región) o de generadores que funcionan con motores de combustión interna (suministro de energía de emergencia para edificios individuales). El diseño arquitectónico puede contribuir a este efecto debido al bajo aprovechamiento de la ventilación e iluminación naturales. La operación de sistemas defectuosos o inapropiados de climatización también puede contribuir a un consumo innecesario de energía. En la fase de construcción se opera maquinaria que utiliza diesel o gasolina como combustibles y se usan equipos que usan energía eléctrica producida en plantas hidroeléctricas y

---

<sup>21</sup> Kibert, op. cit., p. 38.

<sup>22</sup> Graciela Magrin y otros. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, 13, Latin America, Cambridge, Cambridge University Press, 2007. p. 583.

termoeléctricas, pero este consumo representa una mínima proporción del consumo neto de energía en el área urbana. Al incrementarse el contenido de gases de efecto de invernadero en la atmósfera se incrementa la energía solar reflejada a la Tierra, produciéndose el calentamiento global y el cambio climático. El Consejo Mundial de Construcción Sostenible (WorldGBC por sus siglas en inglés) afirma que más del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero son liberadas a la atmósfera por edificios y comunidades.<sup>23</sup>

Según el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), en el Ecuador existió una dependencia del 39,42% de fuentes no renovables de energía (que funcionan con combustibles fósiles) para cubrir la demanda de energía eléctrica durante el primer semestre del año 2009, y el resto provino de fuentes renovables (53,89%) y de la interconexión con otros países (6,69%).<sup>24</sup> En ese período, Quito representó cerca de la cuarta parte (24,34%) de la demanda total de energía en el Ecuador<sup>25</sup>.

Alrededor del 35% de la energía facturada a clientes regulados en el año 2008 correspondió al uso residencial y cerca del 20% al uso comercial. Conjuntamente entre estos usos, los edificios consumieron alrededor del 55% de la energía total generada y, dado al crecimiento demográfico y de las actividades económicas, el consumo de energía está creciendo cada año, como se observa en el siguiente gráfico:

---

<sup>23</sup> WorldGBC – World Green Building Council. Who we are. Internet. [www.worldgbc.org/about-worldgbc/who-we-are](http://www.worldgbc.org/about-worldgbc/who-we-are). Acceso: 2009-09-23.

<sup>24</sup> CONELEC - Consejo Nacional de Electricidad. Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano: Primer semestre del año 2009. Quito, CONELEC, 2009. p. 81.

<sup>25</sup> CONELEC - Consejo Nacional de Electricidad. Estadística del Sector Eléctrico Ecuatoriano: Resumen Primer Semestre 2009. Quito, CONELEC, 2009, p. 24.

**Gráfico 1.3.** Energía facturada a clientes regulados (GWh)



Fuente y elaboración: CONELEC<sup>26</sup>

Desde el punto de vista de la operación de edificios, se puede evitar su contribución al cambio climático al utilizar fuentes energéticas renovables y reducir el consumo de energía (ver sección 2.2.2).

- *Destrucción de la capa de ozono*<sup>27</sup>

La destrucción de la capa de ozono es el agotamiento de la concentración de ozono estratosférico en la capa de la atmósfera que protege a la superficie terrestre de la radiación solar ultravioleta (potencialmente cancerígena para la piel). Este efecto permite que esa radiación alcance a los seres vivos en la superficie terrestre.

La causa de este efecto asociada a la operación de edificios podría ser la liberación de halones utilizados como gases propulsores en extintores de incendios y de clofluorocarbonos (CFCs) utilizados como refrigerantes en los sistemas de climatización.

<sup>26</sup> CONELEC - Consejo Nacional de Electricidad. Estadísticas: Evolución Histórica: Energía Facturada. Internet. [www.conelec.gov.ec](http://www.conelec.gov.ec). Acceso: 2009-08-25.

<sup>27</sup> Notas del curso de Impacto Ambiental, Facultad de Ingeniería, PUCE.

Éstos reaccionan con el oxígeno de la atmósfera formando moléculas estables, impidiendo la formación de nuevas moléculas de ozono que conforman esta capa.

La superficie que ocupan las áreas de baja concentración de ozono estratosférico (en kilómetros cuadrados, km<sup>2</sup>) indica la magnitud de este impacto y pueden llegar a escalas regionales. Este impacto es reversible ya que la capa de ozono usa la misma radiación solar ultravioleta para regenerarse, pero este proceso toma muchas décadas y precisa de cero emisiones de gases que reaccionan con el ozono estratosférico.

Para evitar el efecto que causan los edificios en la capa de ozono se deben ocupar extintores de incendios que no usen halones como gas propulsor y usar refrigerantes sin CFCs para los sistemas de climatización.

- *Consumo y contaminación de agua de uso doméstico*

El agua para uso doméstico en edificios residenciales y comerciales de las áreas urbanas se consume en cantidades significativas y es contaminada con excretas y demás residuos domésticos. Según el Instituto Mundial sobre Recursos (WRI por sus siglas en inglés) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), el 12% del agua dulce consumida en el Ecuador fue destinada a uso doméstico, 6% a la industria y el 82% a la agricultura.<sup>28</sup> El Municipio de Quito entrega cerca de 300 litros por habitante por día (basada en una población de aproximadamente 2 millones de habitantes y un consumo de alrededor de 20 millones de metros cúbicos de agua mensuales<sup>29</sup>), mientras que 100 a 200 litros por habitante por día son suficientes

---

<sup>28</sup> EarthTrends: el Portal sobre el medio ambiente del Instituto Mundial sobre Recursos. [Water Resources and Freshwater Ecosystems - COUNTRY PROFILES – Ecuador](#). Internet. earthtrends.wri.org. Acceso: 2009-09-03.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Sistema de Información sobre el Uso del Agua en la Agricultura y el Medio Rural de la FAO \(AQUASTAT\) – Ecuador](#). Internet. www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/ecuador/indexesp.stm. Acceso: 2009-09-23.

<sup>29</sup> EMAAP-Q - Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito. [Agua captada, producida y distribuida \(junio de 2009\)](#). Internet. www.emaapq.com.ec. Acceso: 2009-09-03.

para entregar un nivel de servicio con acceso óptimo al agua con muy bajo riesgo a la salud pública debido a una higiene deficiente<sup>30</sup>.

La disponibilidad de agua dulce para consumo humano es cada vez más limitada. Las ciudades consumen tanta agua y a su vez la desechan con tantos contaminantes que tratarla resulta demasiado complejo, costoso, en ocasiones intenso en uso de químicos y energía, y resulta en un tratamiento contaminante cuando no es realizado adecuadamente.<sup>31</sup>

En Quito no se tratan las aguas residuales. Los ríos que reciben los efluentes municipales, como el Río Machángara, son contaminados con patógenos y materia orgánica<sup>32</sup>.

El consumo de agua en metros cúbicos por mes ( $m^3$ /mes), la dotación de agua expresada como litros por habitante por día (L/hab.día) y la proporción de agua correspondiente a un determinado uso pueden ser indicadores del consumo de agua en las ciudades. La contaminación del agua se determina con indicadores como la cantidad de oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) y la concentración de patógenos.<sup>33</sup>

El consumo de agua es un efecto directo y permanente de la operación de edificios. La contaminación del agua es un efecto indirecto causado por la generación de aguas residuales y su descarga en cuerpos hídricos sin tratamiento previo. Este problema es acumulativo con el crecimiento demográfico y se desarrolla en ámbito regional.

Durante la operación de edificios se debe reducir el consumo de agua en los aparatos sanitarios, en el riego de jardines y en otros usos como, por ejemplo, el lavado de

---

<sup>30</sup> OMS – Organización Mundial de la Salud. Calidad del Agua Potable: Vigilancia. Internet. [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_5.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_5.pdf). Acceso: 2009-09-23.

<sup>31</sup> Jorge Luis Mórtoles Valero. "Editorial - Lineamientos para mejorar la gestión del agua residual doméstica y hacer más sostenible la protección de la salud en nuestro país". Ecuambiente, 16 (abril), Guayaquil, 2009. pp. 4-6.

<sup>32</sup> Notas del curso de Impacto Ambiental, Facultad de Ingeniería, PUCE.

<sup>33</sup> Ibíd.

superficies del edificio y automóviles. Es también preferible adoptar un diseño paisajístico de bajo requerimiento de agua de riego y aprovechar nuevas fuentes de agua para todos los usos del edificio que sean posibles (ver sección 2.2.3).

- *Pérdida de biodiversidad*

Este impacto consiste en la disminución en la variedad de organismos y de ecosistemas. Este efecto afecta a los seres humanos al reducir el número de recursos y servicios que la biodiversidad provee.<sup>34</sup>

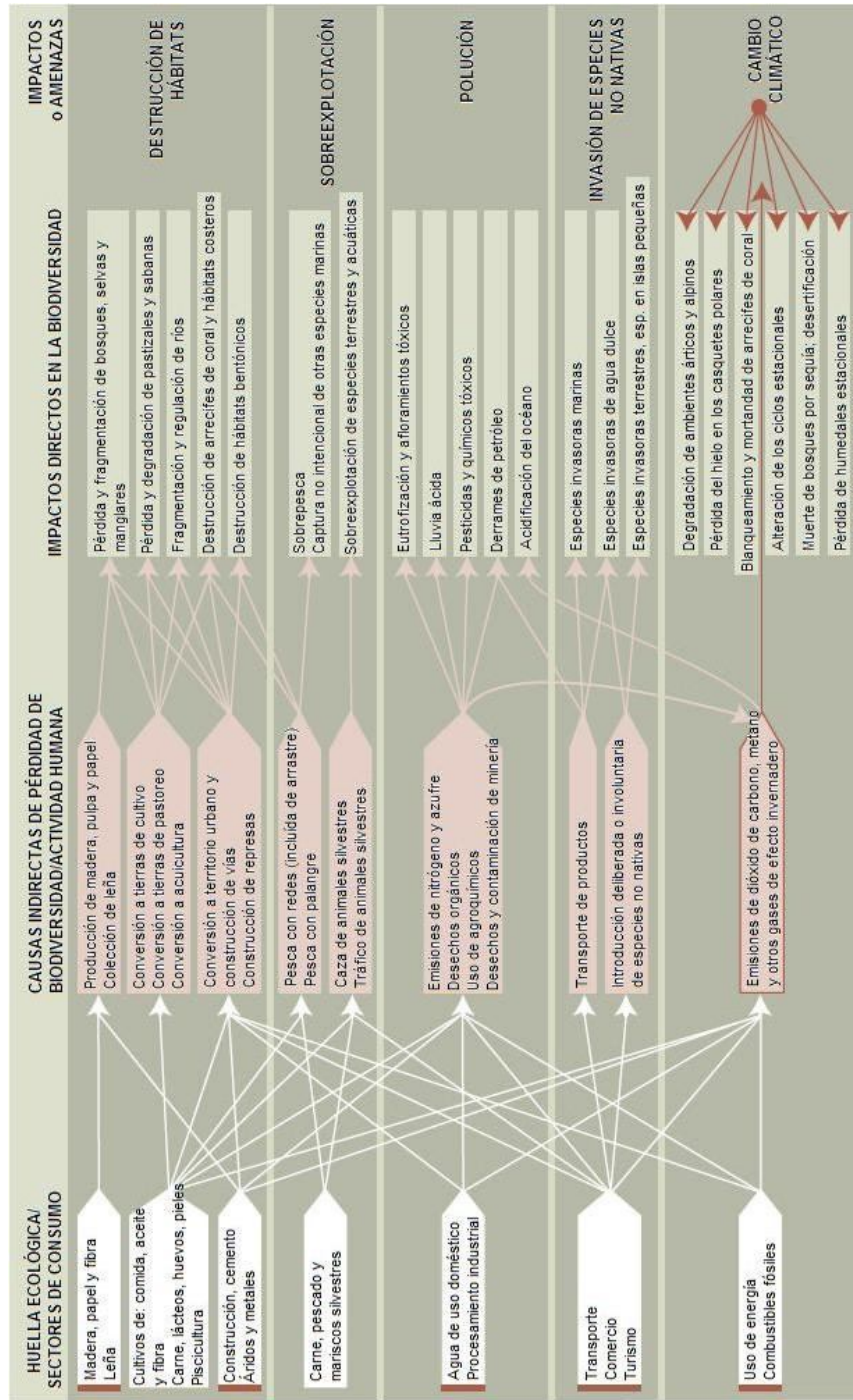
La construcción y operación de edificios tiene una mínima relación con la pérdida de la biodiversidad, no obstante, este impacto ambiental podría producirse como efecto indirecto de la construcción de edificios debido a las actividades de transporte y consumo de materiales (madera, cemento, áridos, etc.), y podría generarse como efecto indirecto de la operación de edificios por causa del consumo de agua y energía. La relación entre dichas actividades y la pérdida de la biodiversidad se resumen en la Tabla 1.4.

La pérdida de la biodiversidad es un impacto permanente, irreversible e irrecuperable. Su ocurrencia puede ser minimizada desde el punto de vista de la construcción y operación de edificios siguiendo prácticas para reducir el consumo de materiales para la construcción, agua y energía.

---

<sup>34</sup> Kibert, op. cit., p. 42.

**Tabla 1.4.** Pérdida de la biodiversidad, presión humana y la huella ecológica, red de encadenamiento por efecto.



Fuente y elaboración: WWF<sup>35</sup>

Traducción: Pablo Daza

<sup>35</sup> Chris Hails, ed.. Living Planet Report 2008. s.c., World Wildlife Fund (WWF), 2008. p. 5.

### 1.3. Normativa ambiental aplicable

Dada la importancia del sector de la construcción en el desarrollo, los acuerdos internacionales y normas nacionales que tienen relación con la actividad de la construcción, en forma directa o indirecta, y el medio ambiente son:

#### 1.3.1. Acuerdos internacionales

- *Programa 21*<sup>36</sup>

Durante la Cumbre de la Tierra se firmó la Declaración de Río de 1992, acuerdo internacional del cual Ecuador formó parte, y se formuló el Programa 21 (comúnmente referido como Agenda 21 por su nombre en inglés) para guiar los esfuerzos de todos los sectores hacia el desarrollo sostenible. Éste es un programa de la Organización de Naciones Unidas (ONU) para “hacer frente a los problemas del medio ambiente mundial y para acelerar el desarrollo sostenible”. Es un plan de acción que debe ser seguido a nivel mundial, nacional y local por parte de entidades de la ONU, los gobiernos de los estados miembros y por grupos principales en todas las áreas que impactan al medio ambiente. El Programa 21 propone acciones para las siguientes áreas:

- Cooperación internacional, comercio, crecimiento demográfico, toma de decisiones, pobreza, salud, y asentamientos humanos (en los que está involucrada la construcción de edificios).
- Protección del medio biofísico y la gestión sostenible de los recursos.
- El papel de cada grupo principal de la población.
- Mecanismos e instrumentos financieros, científicos, jurídicos e institucionales que servirán para conseguir los objetivos del Programa 21.

Adicionalmente, en la actualidad el Programa 21 viene acompañado de la Declaración de Río, donde se encuentran los 27 principios proclamados en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, y los Principios Forestales para la gestión sostenible de los bosques.

---

<sup>36</sup> United Nations Department of Economic and Social Affairs, Division for Sustainable Development. Publicaciones Principales: Programa 21. Internet. [www.un.org/esa/dsd/agenda21\\_spanish/res\\_agenda21\\_01.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/res_agenda21_01.shtml). Acceso: 2009-12-01.

En el Capítulo 7 (Fomento del Desarrollo Sostenible de los Asentamientos Humanos) de la Sección I (Dimensiones Sociales y Económicas) del Programa 21 se encuentran las propuestas para mejorar la calidad social, económica y ambiental de los asentamientos humanos y los entornos de vida y trabajo de todas las personas, en particular de los pobres de las zonas urbanas y rurales, comprendidas en el Programa 21, y se centran en los métodos de planificación y gestión en las siguientes áreas de programa:

- a) Suministro de vivienda adecuada para todos;
- b) Mejoramiento de la administración de los asentamientos humanos;
- c) Promoción de la planificación y la ordenación sostenible del uso de la tierra;
- d) Promoción de la integración de la infraestructura ambiental: agua, saneamiento, avenamiento y manejo de desechos sólidos;
- e) Promoción de sistemas sostenibles de energía y transporte en los asentamientos humanos;
- f) Promoción de la planificación y gestión de los asentamientos humanos en las regiones propensas a los desastres;
- g) Promoción de actividades sostenibles en la industria de la construcción;
- h) Promoción del desarrollo de los recursos humanos y el aumento de la capacidad para el adelanto de los asentamientos humanos.

- *Programa Hábitat*

El Programa Hábitat es el principal documento político que surgió en la segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos (Hábitat II) celebrada en Estambul en 1996 y firmada por 171 países, incluyendo al Ecuador. Este documento, en respuesta a los lineamientos planteados en el Programa 21 sobre asentamientos humanos, trata sobre el compromiso y el plan global de acción que deben adoptar los gobiernos para ofrecer vivienda adecuada para todas las personas, asentamientos humanos sostenibles, participación de todos los grupos sociales, igualdad de género, financiamiento para la vivienda y los asentamientos humanos, cooperación internacional y orientación en la implementación del Programa Hábitat.<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> UN-HABITAT – United Nations Human Settlements Programme. The Habitat Agenda. Estambul, UN-HABITAT, 1996.

Por el importante rol que juega el sector de la construcción en la sostenibilidad de los asentamientos humanos, el Consejo Internacional para la Investigación e Innovación en Edificación y Construcción (CIB por sus siglas en francés), formuló en 1999 el Programa 21 para la Construcción Sostenible. Este Programa fue extendido para los países en desarrollo porque indudablemente éstos necesitan un acercamiento diferente que los países desarrollados para implementar la construcción sostenible. El resultado fue el Programa 21 para la Construcción Sostenible en Países en Desarrollo, publicado en el año 2002 con la colaboración entre CIB y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP por sus siglas en inglés).<sup>38</sup>

El Programa 21 para la Construcción Sostenible en Países en Desarrollo es una propuesta en discusión, pero puede servir para formular estrategias que ayuden a alcanzar los objetivos del Programa Hábitat en dichos países desde la perspectiva del sector de la construcción. Este documento provee un programa de investigación y desarrollo y estrategias de acción para la construcción sostenible en países en desarrollo.<sup>39</sup>

### **1.3.2. Normas nacionales**

El Ecuador cuenta con una extensa normativa ambiental que está en proceso de aplicación. Dentro de las normas vigentes, se resumen a continuación aquellas partes que tendrían relación con la construcción de edificios y la protección del medio ambiente.

- *Constitución Política de la República del Ecuador*<sup>40</sup>

La Constitución Política de la República del Ecuador vigente fue aprobada por la Asamblea Constituyente del Ecuador y es la norma fundamental del Estado sobre la cual radica la validez de todas las normas del sistema jurídico en el país. Tiene preceptos nuevos relacionados a la protección del medio ambiente y el buen vivir.

---

<sup>38</sup> Du Plessis, op. cit., p. iii.

<sup>39</sup> Ibíd.

<sup>40</sup> Constitución de la República del Ecuador. Publicada en el R.O. No. 449 de 20 de octubre de 2008.

La Constitución Política contiene preceptos sobre los elementos constitutivos del Estado, derechos, garantías constitucionales, participación y organización del poder, organización territorial del Estado, régimen de desarrollo, régimen del buen vivir, relaciones internacionales y la supremacía de la Constitución.

En el Título II (Derechos), Capítulo segundo (Derechos del buen vivir), Sección sexta (Hábitat y vivienda), Artículo 30, se establece el “derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna”. Este artículo es importante porque representa un enorme reto el entregar a todos los ciudadanos un hogar, independientemente de su situación social y económica. Este podría ser el mayor reto de la construcción sostenible de edificios en el Ecuador. A este lo sigue el Artículo 31, que establece el “derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad”.

En el Título VII (Régimen del Buen Vivir), Capítulo Primero (Inclusión y equidad), Sección Cuarta (Hábitat y vivienda), Artículo 375, en respuesta al derecho mencionado en el Artículo 30, se resumen los puntos en los que el Estado actuará para garantizar tal derecho. Entre ellos se puede destacar el punto cuarto, donde establece que el Estado “mejorará la vivienda precaria, dotará de albergues, espacios públicos y áreas verdes”.

En el Título VII (Régimen del Buen Vivir), Capítulo Segundo (Biodiversidad y recursos naturales), se encuentra una nueva base de preceptos en relación al medio ambiente. Este capítulo contiene las secciones de Naturaleza y Ambiente (dentro del cual están los principios ambientales y temas sobre participación social), Biodiversidad, Patrimonio Natural y Ecosistemas, Recursos Naturales, Suelo, Agua, y por último Biósfera, Ecología Urbana y Energías Alternativas.

En la Sección Séptima (Biósfera, Ecología Urbana y Energías Alternativas), Artículo 413, se establece que “el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto”. En la misma sección, el Artículo 415 establece que “los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos”. En estos artículos se presenta la posible oportunidad que necesita la construcción sostenible de edificios de tener el apoyo del Estado y de los gobiernos seccionales al ser una actividad que aplica buenas prácticas ambientales.

- *Ley de Gestión Ambiental*<sup>41</sup>

La Ley de Gestión Ambiental aprobada por el Congreso Nacional del Ecuador es la normativa jurídica ambiental que responde al derecho constitucional de vivir en un medio ambiente saludable y también la garantía de alcanzar el desarrollo sostenible. Según el Artículo 1 del Título I (Ámbito y Principios de la Gestión Ambiental), la Ley “establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia”.

El Capítulo II (De la Evaluación de Impacto Ambiental y de Control Ambiental) del Título III (Instrumentos de Gestión Ambiental) define el proceso de evaluación de impacto ambiental de un proyecto público, privado o mixto, conforme al Sistema único de Manejo Ambiental. En el Artículo 23 se resume lo que debe comprender una evaluación de impacto ambiental y refiere a algunos de los impactos mencionados con anterioridad en la Sección 1.2 de este texto:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;
- b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,
- c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.

En el Título III, Capítulo III (De los Mecanismos de Participación Social), Artículo 28, se reafirma el derecho de toda persona natural o jurídica a participar en la gestión ambiental, a través de los mecanismos definidos por el respectivo Reglamento.

- *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente*<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> Ley de Gestión Ambiental. Publicada en el R.O. No. 245 de 30 de julio de 1999.

Mediante el Decreto Ejecutivo No. 3399 se expidió el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. El texto es una codificación de normas de nivel reglamentario sobre materia ambiental y está compuesto de nueve libros con sus respectivos anexos.

El Texto Unificado de Legislación Ambiental del Ministerio de Ambiente regula a la autoridad ambiental, gestión ambiental, régimen forestal, biodiversidad, recursos pesqueros, calidad ambiental, actividades en Galápagos, Ecodesarrollo Regional Amazónico (ECORAE) y derechos y tasas de los servicios del Ministerio de Ambiente.

El Libro VI (De la Calidad Ambiental), en su Título I (Sistema Único de Manejo Ambiental) regula el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Los anexos de este libro regulan ciertas actividades para prevenir y controlar la contaminación. Los anexos que pueden tener relación con los impactos de la construcción y funcionamiento de edificios son:

- *Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.* Regula las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado y establece criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos y métodos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.
- *Anexo 2: Norma de Calidad Ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.* Establece, normas de aplicación general para suelos de distintos usos, criterios de calidad de un suelo, criterios de remediación para suelos contaminados (valores máximos permitidos de contaminantes en el suelo) y normas técnicas para la evaluación de la capacidad agrológica del suelo.
- *Anexo 3: Normas de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión.* Regula las emisiones de contaminantes del aire hacia la atmósfera desde fuentes fijas de combustión, y detalla los métodos de determinación de las cantidades de tales emisiones.
- *Anexo 4: Norma de Calidad del Aire Ambiente.* Establece los objetivos de calidad del aire ambiente y los métodos de determinación de los contaminantes en el aire ambiente. Contiene información sobre contaminantes del aire que pueden aparecer

---

<sup>42</sup> Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. Decreto Ejecutivo No. 3399 publicado en el R.O. No. 725 de 16 de diciembre de 2002 y versión completa en el Decreto Ejecutivo N° 3516 publicado en el R.O. Edición Especial No. 2 de 31 de marzo del 2003.

durante la construcción y operación de un edificio, como el material particulado y los productos de combustión incompleta (material particulado, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono), respectivamente.

- *Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles y para vibraciones.* Establece los niveles permisibles de ruido en el ambiente, los valores permisibles de niveles de vibración en edificaciones, y los métodos de determinación de los niveles de ruido.
- *Anexo 6: Norma de Calidad ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos.* Entre las disposiciones relacionadas a los residuos de la construcción de edificios, están las responsabilidades en el manejo de residuos sólidos, las prohibiciones en el manejo de residuos sólidos, normas generales para el manejo de los residuos sólidos no peligrosos; normas generales para el almacenamiento, entrega, recolección y transporte de residuos sólidos no peligrosos; y normas generales para la recuperación (reutilización y reciclaje) de residuos sólidos no peligrosos.
- *Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental<sup>43</sup> e Instructivo al Reglamento<sup>44</sup>*

Mediante el Decreto Ejecutivo No. 1040 se presentó el Reglamento al Art. 28 de la Ley de Gestión Ambiental y es el instrumento que regula la participación social en la gestión ambiental. Determina los mecanismos, alcance, momento, autoridad, financiamiento, sujetos, procedimientos y plazos de la participación social. Regula aspectos de las veedurías ciudadanas y las garantías de cumplimiento.

En el Título III (De la Participación Social), Artículo 8 (Mecanismos), se establecen los mecanismos de participación social en la gestión ambiental que son:

---

<sup>43</sup> Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental. Decreto Ejecutivo No. 1040 publicado en el R.O. No. 332 de 8 de mayo de 2008.

<sup>44</sup> Instructivo al Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental. Acuerdo Ministerial No. 112 publicado en el R.O. No. 428 de 18 de septiembre de 2008.

- a) Audiencias, presentaciones públicas, reuniones informativas, asambleas, mesas ampliadas y foros públicos de diálogo;
- b) Talleres de información, capacitación y socialización ambiental;
- c) Campañas de difusión y sensibilización ambiental a través de los medios de comunicación;
- d) Comisiones ciudadanas asesoras y de veedurías de la gestión ambiental;
- e) Participación a través de las entidades sociales y territoriales reconocidas por la Ley Especial de Descentralización y Participación Social, y en especial mediante los mecanismos previstos en la Ley Orgánica de las Juntas Parroquiales;
- f) Todos los medios que permitan el acceso de la comunidad a la información disponible sobre actividades, obras, proyectos que puedan afectar al ambiente;
- g) Mecanismos de información pública;
- h) Reparto de documentación informativa sobre el proyecto;
- i) Página web;
- j) Centro de información pública; y,
- k) Los demás mecanismos que se establezcan para el efecto.

Consecutivamente, en el Artículo 9 (Alcance de la Participación Social) se determinan los actores de la participación social en la gestión ambiental que son las instituciones del Estado, la ciudadanía y el promotor interesado en realizar una actividad o proyecto.

Mediante el Acuerdo Ministerial No. 112 desarrollado por el Ministerio de Ambiente, se presenta el Instructivo al Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental. En esta norma jurídica se detalla el procedimiento de aplicación de la participación social en la gestión ambiental.

- *Ordenanza Municipal No. 213 para el Distrito Metropolitano de Quito*<sup>45</sup>

La Ordenanza Municipal No. 213 para el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) fue sancionada por el Consejo del Distrito Metropolitano de Quito para sustituir el Título V, "Del Medio Ambiente", del segundo libro del Código Municipal.

La Ordenanza regula la gestión de residuos sólidos urbanos, domésticos, comerciales, industriales y biológicos potencialmente peligrosos; la contaminación acústica, la

---

<sup>45</sup> Ordenanza No. 213 del Distrito Metropolitano de Quito: Sustitutiva del Título V, "Del Medio Ambiente", Libro Segundo, del Código Municipal. Ordenanza Municipal No. 213 publicada en el R.O. Edición Especial No. 4 de 10 de septiembre de 2007.

contaminación vehicular, la evaluación de impacto ambiental, el sistema de auditorías ambientales y guías de prácticas ambientales, el control de la calidad de los combustibles de uso vehicular en el DMQ y la regulación de su comercialización, la protección de las cuencas hidrográficas que abastecen al Municipio del DMQ, y finalmente la protección del patrimonio natural y establecimiento del subsistema de áreas naturales protegidas del DMQ.

El Capítulo I (De la gestión de residuos sólidos urbanos, domésticos, comerciales, industriales y biológicos potencialmente peligrosos), Sección IV (Del servicio especial de escombros, tierra, y residuos asimilables a escombros), regula la disposición de residuos de construcción y demolición en el medio ambiente.

El Capítulo II (De la contaminación acústica), establece los límites de ruido para fuentes de ruido fijas y móviles en diferentes sectores de la ciudad y a diferentes etapas del día. Determina medidas de orientación y educación para motivar la formación sobre los efectos negativos de la contaminación con ruido y las maneras de minimizar esos efectos.

El Capítulo IV (De la evaluación de impacto ambiental) regula el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), la Declaración Ambiental (DAM), las funciones de la autoridad ambiental en el proceso de EIA, la participación social o ciudadana en la EIA, los documentos que facultan al proponente de un proyecto el iniciar sus actividades, y las infracciones, sanciones, competencia y procedimiento de la norma.

En el Capítulo IV, la Ordenanza Municipal no exige expresamente un EsIA ni un PMA para la construcción de edificios de vivienda u oficinas, independientemente de su tamaño. Sin embargo, por los efectos mencionados en la Sección I.2, un edificio urbano o una urbanización podrían requerir de un EsIA, como establece la Ordenanza en el artículo II.380.6, dados los siguientes efectos:

- 1.- Aquellos cuya realización conlleve la utilización de una parte sustancial de la infraestructura disponible en el área de la ubicación propuesta.
- 2.- Aquellos a efectuarse en etapas, cada una de las cuales no requeriría un EsIA, pero que en su conjunto podrían tener un impacto significativo acumulativo. Tales casos requerirán un EsIA que integre el impacto conjunto de todas las etapas, según pueda preverse, hasta alcanzar su desarrollo final.

- 3.- Los que generen riesgos para la salud de la población.
- 4.- Todos los que generen efectos adversos significativos sobre la calidad y la cantidad de los recursos aire, agua, suelo, flora y fauna.
- 5.- Aquellos que generen reasentamientos de comunidades humanas o alteraciones significativas en sus sistemas de vida y sus costumbres.
- 6.- Los que generen alteraciones significativas de valores paisajísticos, turísticos, monumentales, históricos o arqueológicos de una zona.

La Ordenanza establece en el artículo II.380.5 que se requiere de un EsIA en los casos determinados en el artículo II.381.13. Según esta lista, los edificios urbanos que requerirían un EsIA son: aeropuertos, terminales interprovinciales e intercantonales de vehículos de servicio de transporte; hospitales (de segundo y tercer nivel, clínicas de más de cuatro especialidades y de especialidades que dispongan de más de 15 camas), centros comerciales con patio de comida o servicios de lavandería y hoteles (de primera y de lujo 4 y 5 estrellas), clubes campestres y complejos deportivos sobre los 5000 m<sup>2</sup>.

Los proyectos para edificios de vivienda que no requieren un EsIA, con un área de construcción mayor a 10 000 metros cuadrados<sup>46</sup>, requerirían una Declaración Ambiental (DAM). Según el artículo II.380.69 de la Ordenanza, la DAM “es el documento de evaluación de impacto ambiental que se realiza para las acciones nuevas, que sin embargo de generar impactos ambientales, no producen los efectos establecidos en el artículo II.380.5 de este capítulo (*hace referencia al artículo II.381.13 donde se listan las actividades que requieren de un EsIA*), ni se encuentra listada en el artículo II.380.6 del mismo (*donde se listan los efectos que obligarían a una actividad requerir de un EsIA*)”.

La aprobación de la DAM por parte de la autoridad ambiental, la Secretaría de Ambiente del DMQ, antes conocida como Dirección Metropolitana de Medio Ambiente (DMMA), significa la entrega de un Certificado Ambiental (CA) por DAM vigente por dos años y le permite al promotor del proyecto ejecutar la actividad. Los requisitos que debería cumplir un edificio para obtener un Certificado Ambiental, según el artículo 11.380.24, son la aprobación de la DAM por parte de la DMMA, el pago del certificado ambiental y el registro de la actividad propuesta. Según el artículo 11.380.20, el contenido de la DAM

---

<sup>46</sup> Valor referencial definido por disposición entre la Secretaría de Ambiente del DMQ y el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). Fuente: Secretaría de Ambiente del DMQ.

debe incluir, entre otras cosas, la “descripción detallada del tipo de obra, actividad o proyecto a realizar, en la que se identifiquen y describan los potenciales impactos ambientales que tendría”, la “explicación y justificación técnica de que la obra no producirá los efectos que, según este capítulo, ameritan la realización de un EsIA”, y la “descripción detallada de las medidas a tomar, a fin de mitigar los impactos identificados”.

El Capítulo V (Del sistema de auditorías ambientales y guías de prácticas ambientales) establece las políticas y principios ambientales del DMQ y regula las funciones y obligaciones generales de los actores de la gestión ambiental en el DMQ, Auditorías Ambientales (A.A.), Plan de Manejo Ambiental (PMA), Certificado Ambiental de Auditoría Ambiental, y las infracciones y sanciones en tema de Auditorías Ambientales. A continuación regula las Guías de Prácticas Ambientales (GPA), Normas de Calidad Ambiental, competencias de las comisarías, notificación de situaciones de emergencia, denuncias cívicas, y los derechos, costos e incentivos ambientales.

El Capítulo V establece a la Guía de Prácticas Ambientales (GPA) como una norma que regula a cada sector que genere impactos y riesgos ambientales no significativos (actividades que no requieren de un EsIA), según establece la Ordenanza en el artículo II.381.32. La GPA es, según el artículo II.381.33, una norma técnica que contiene lineamientos ambientales básicos que son de implementación y cumplimiento obligatorios por parte de los establecimientos de una determinada actividad. El mismo Artículo determina que los establecimientos nuevos deben acoger las GPA en el instante en que inician su funcionamiento (sea la GPA específica o la GPA General) y que las GPA deben elaborarse de manera continua y participativa por parte del Comité de GPA para las distintas actividades que aún no tengan guías específicas. Las GPA son elaboradas y aprobadas por el Comité de GPA y luego tienen la aprobación legal de la Procuraduría Metropolitana. Finalmente se publican como parte de las normas técnicas de la Ordenanza mediante resolución de la Secretaría de Ambiente.

Las siguientes actividades que operan en edificios comerciales urbanos deben cumplir con una GPA respectiva:

**Tabla 1.5.** Guías de Prácticas Ambientales (GPA) para establecimientos que operan en edificios urbanos dentro del DMQ.

<b>Establecimientos con GPA específica</b>	<b>Establecimientos que deben cumplir con la GPA Generales</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adoquineras y bloqueras artesanales</li> <li>• Artes gráficas e imprentas</li> <li>• Carpinterías, tapicerías y reparación de muebles</li> <li>• Centros de diversión: bares, discotecas y similares</li> <li>• Establecimientos educativos</li> <li>• Mecánicas, lubricadoras y lavadoras</li> <li>• Restaurantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodegas</li> <li>• Centros de comercialización de GLP</li> <li>• Complejos deportivos de menos de una hectárea</li> <li>• Consultorios médicos</li> <li>• Consultorios odontológicos</li> <li>• Estadios</li> <li>• Farmacias</li> <li>• Ferreterías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitales de hasta segunda categoría</li> <li>• Hoteles y centros de alojamiento (de hasta tres estrellas)</li> <li>• Laboratorios clínicos</li> <li>• Mercados</li> <li>• Panaderías</li> <li>• Spas</li> <li>• Supermercados</li> <li>• Etc.</li> </ul>

Fuente: Secretaría de Ambiente del DMQ

Elaboración: Pablo Daza

Las GPA específicas y la GPA Generales regulan los aspectos ambientales: gestión de residuos, emisiones a la atmósfera, emisiones de ruido y vibraciones, descargas líquidas no domésticas y gestión de riesgos.

El cumplimiento de la GPA significa la adjudicación de un Certificado Ambiental (CA) por GPA con una vigencia de dos años que faculta al promotor del proyecto a realizar sus actividades. Según el artículo II.381.40, los promotores deberán reunir los siguientes requisitos previos a la obtención del CA por GPA: registro en la Secretaría de Ambiente, informe técnico emitido por la Secretaría de Ambiente o su delegado en el que consten los cumplimientos de las GPA, y el comprobante de pago al Municipio.

## **CAPÍTULO 2: EDIFICIOS SOSTENIBLES**

### **2.1. Fundamentos de Construcción Sostenible**

Los fundamentos de construcción sostenible son la base filosófica para el diseño de edificios sostenibles. Estos fundamentos se originan a partir de la Declaración de Río de 1992, de donde surgen varios modelos teóricos sobre sostenibilidad como eco-eficiencia, diseño ecológico y muchos otros que están siendo estudiados y sometidos a discusión para buscar el desarrollo urbano sostenible.

#### **2.1.1. *Desarrollo sostenible y construcción sostenible***

El Programa 21 para la Construcción Sostenible en Países en Desarrollo clarifica efectivamente los conceptos de sostenibilidad y de desarrollo sostenible. Basándose en éstos, define al concepto de construcción sostenible.

El Programa define a la sostenibilidad como “la condición o estado que permitiría la existencia continuada de la especie humana, y disfrutar de una vida segura, saludable y productiva en armonía con la naturaleza y los valores culturales espirituales locales”. Consecuentemente, el desarrollo sostenible es el “tipo de desarrollo necesario de perseguir para conseguir el estado de sostenibilidad” con el objetivo de asegurar la supervivencia de la especie humana. En base a estos conceptos, se define a la construcción sostenible de la siguiente forma:<sup>1</sup>

La construcción sostenible significa que los principios del desarrollo sostenible son aplicados en el ciclo integral de la construcción desde la extracción y aprovechamiento de materia prima, pasando por el planeamiento, diseño y construcción de edificios e infraestructura, hasta su desmantelamiento final y manejo de los residuos resultantes. Es un proceso holístico que apunta a restaurar y mantener la armonía entre los ambientes naturales y ambientes construidos, creando asentamientos que afirmen la dignidad humana y promuevan la equidad económica.

---

<sup>1</sup> Chrisna du Plessis, comp.. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. Pretoria, CSIR Building and Construction Technology, 2002. p. 6.

### 2.1.2. Orígenes

La construcción sostenible de edificios retoma prácticas olvidadas de culturas antiguas y reúne las mejores prácticas que ofrecen los últimos avances tecnológicos. El actual movimiento de edificios sostenibles surge en Estados Unidos, influenciando al sector de la construcción en todo el mundo.

Se presume que hace aproximadamente 3500 años, cuando los egipcios del Nuevo Imperio construyeron túneles de una sola entrada en el Valle de los Reyes, se conocía el concepto de intercambio de aire, cuando al atardecer del desierto, el aire del exterior se enfriaba y fluía hacia el interior de las excavaciones, expulsando todo el aire viciado y empolvado y reemplazándolo por aire fresco, impidiendo que los trabajadores de construcción se sofocasen.<sup>2</sup> Este es uno de los ejemplos de cómo los antiguos egipcios usaban la ventilación natural en la construcción. De esto se infiere que ellos tenían conocimientos sobre el medio ambiente en el que vivían y lo utilizaban en sus construcciones.

Las culturas no colonizadas en América mostraron un manejo sostenible de los recursos en la construcción de sus viviendas. La madera, el bambú y el adobe son algunos de los materiales renovables e inofensivos con el medio ambiente, que las culturas nativas de la región ecuatoriana emplean en forma sostenible.

El movimiento contemporáneo de edificios sostenibles surgió en respuesta a la publicación "Nuestro Futuro Común", de 1987 (conocida comúnmente como el Informe Brundtland), y a la posterior Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en 1992, cuando en Chicago, en 1993, se reunieron el Instituto Americano de Arquitectos (AIA por sus siglas en inglés) y la Unión Internacional de Arquitectos (UIA), promulgando la Declaración de Interdependencia por un Futuro Sostenible. La Declaración propuso un código de principios y prácticas que serían llevadas a cabo por toda la comunidad de arquitectos y profesionales del diseño de edificios para facilitar el desarrollo sostenible. A esto lo acompañaron la aparición de edificios eficientes en el uso de energía y empleadores de materiales naturales no contaminantes para instituciones federales de Estados Unidos, en diferentes años en las décadas de los 80 y los 90.

---

<sup>2</sup> Don Gribble. Natural ventilation, harnessed by New Kingdom Egyptian tomb builders, may explain the changed floor levels in the Valley of the Kings tomb KV5. Internet. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). Acceso: 2009-08-26.

Durante la década de los 90, varias publicaciones técnicas de las instituciones gremiales y del gobierno sobre construcción sostenible guiaron a los constructores en materia de diseño sostenible de edificios.<sup>3</sup>

Internacionalmente, el movimiento británico interactuaba e influenciaba al movimiento estadounidense. La primera herramienta de certificación en edificios sostenibles, BREEAM, surgió en el Reino Unido en 1990. El Consejo de Construcciones Sostenibles de Estados Unidos (USGBC por sus siglas en inglés) se formó en 1993, entregando la primera versión de la certificación en Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED por sus siglas en inglés) en 1994. Paralelamente, la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM por sus siglas en inglés) publicó estándares sobre materiales de construcción para edificios sostenibles. Sin embargo, los estándares de ASTM fueron dejados de lado a favor del sistema LEED.<sup>4</sup>

LEED es el sistema de certificación de edificios sostenibles con mayor aceptación en el mundo. Este sistema está en periódica actualización y surgen nuevas normativas en otros países basadas en LEED que se adaptan a su realidad particular. Esta herramienta ayuda a los constructores en el proceso de realizar centenares de nuevos proyectos de edificios sostenibles. Los constructores de los países desarrollados han adquirido gran habilidad en el proceso, popularizando mundialmente a la práctica de la construcción sostenible.

En el Ecuador surge el movimiento contemporáneo de construcción sostenible de edificios en la primera década del siglo XXI por influencia de países como Estados Unidos y el Reino Unido en arquitectos ecuatorianos. La necesidad de tomar en cuenta aspectos de sostenibilidad en el diseño de edificios y del entorno urbano gana espacios de discusión en charlas profesionales sobre arquitectura, urbanismo, diseño, ambiente, construcción e ingeniería. Durante la presente década, la comunidad universitaria realiza las primeras investigaciones sobre prácticas sostenibles en la construcción. Siendo el Ecuador un país de pequeño desarrollo industrial, se busca desarrollar prácticas ancestrales de construcción como una alternativa viable, por lo pronto, para edificaciones económicas o de “interés social” en áreas rurales.

---

<sup>3</sup> Charles J. Kibert. Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. New Jersey, John Wiley & Sons, 2a edición, 2008. pp. 47-49.

<sup>4</sup> Ibíd., p. 49.

### 2.1.3. *Eco-eficiencia*

El término eco-eficiencia fue formulado por el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD por sus siglas en inglés)<sup>5</sup> en 1992. El concepto de eco-eficiencia, tratado en la reconocida publicación “De la cuna a la cuna” (del inglés *Cradle to Cradle*) de Michael Braungart y William McDonough, formula el concepto de desarrollo sostenible en términos empresariales con el fin de hacer frente a los problemas de sostenibilidad manteniendo un nivel de ganancias monetarias aceptables.<sup>6</sup>

El WBCSD define a la eco-eficiencia como “la entrega de bienes y servicios con precios competitivos que satisfagan las necesidades humanas y brinden calidad de vida en cuanto reduzcan progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de consumo de recursos durante el ciclo de vida comensurada con la capacidad de carga<sup>7</sup> de la Tierra”<sup>8</sup>, o simplemente el valor de bienes y servicios por unidad de carga ambiental.

Los 7 elementos de eco-eficiencia<sup>9</sup>, propuestos por el WBCSD, se podrían aplicar a la construcción y operación de edificios de la siguiente manera:

---

<sup>5</sup> El WBCSD (*World Business Council for Sustainable Development*) es una organización privada con el objetivo de facilitar el alcanzar el desarrollo sustentable promoviendo soluciones ecológicas y eficientes. Su representante en el Ecuador es el Consejo Empresarial para el Desarrollo Sustentable del Ecuador (CEMDES) que opera en la ciudad de Guayaquil. CEMDES motiva a las empresas a desenvolverse en los ámbitos de eficiencia, responsabilidad social y manejo ambiental.

<sup>6</sup> Kibert, op. cit., p. 35.

<sup>7</sup> El concepto de capacidad de carga utilizada en la definición de eco-eficiencia se define como el número de personas que pueden ser soportadas en un área determinada con recursos naturales limitados, sin degradar las condiciones sociales, culturales y económicas de las presentes y futuras generaciones.

Fuente: Carrying Capacity Network. [What is Carrying Capacity?](http://www.carryingcapacity.org). Internet. [www.carryingcapacity.org](http://www.carryingcapacity.org). Acceso: 2009-12-21.

<sup>8</sup> Björn Stigson. [What is Eco-Efficiency? The WBCSD perspective](http://www.wbczd.org). Internet. [www.wbczd.org](http://www.wbczd.org). Acceso: 2009-08-26.

<sup>9</sup> Ibíd.

1. *Reducir requerimiento de materiales para bienes y servicios.* Reducir la demanda de materiales para un edificio mediante prácticas como simplificar el diseño arquitectónico, optimizar la distribución de los espacios y realizar diseños estructurales eficientes para no sobredimensionar los elementos estructurales.
2. *Reducir requerimiento de energía para bienes y servicios.* Reducir el consumo de energía de los edificios al aprovechar la ventilación e iluminación naturales, equipar al edificio con productos eléctricos de bajo consumo y racionalizar el consumo de energía eléctrica por parte de los ocupantes.
3. *Reducir la dispersión de sustancias tóxicas.* Evitar el uso de materiales de construcción que despidan sustancias tóxicas y prever soluciones para evitar la contaminación del edificio con productos de combustión incompleta y radón.
4. *Mejorar la aptitud de los materiales de ser reciclados.* Usar materiales de construcción que puedan ser fácilmente reciclados en el futuro, como el acero.
5. *Maximizar el uso de recursos renovables.* Usar recursos como las energías renovables y las maderas certificadas por manejo forestal sustentable.
6. *Prolongar la durabilidad de productos.* La durabilidad de un edificio se prolonga mediante una construcción regida por estándares de calidad y un programa de mantenimiento fácil y continuo.
7. *Incrementar la intensidad de uso de bienes y servicios.* La intensidad de servicio de un edificio se puede incrementar mejorando la calidad de sus elementos (p.ej., sistemas de suministro de agua) para que no fallen durante su operación.

Las prácticas sugeridas por el WBCSD para implementar positivamente eco-eficiencia en los negocios<sup>10</sup> se podrían aplicar al sector inmobiliario de la siguiente forma:

- *Optimizar los procesos.* Aplicar la re-ingeniería de los procesos constructivos.
- *Revalorizar residuos.* Usar los residuos de diferentes procesos como materia prima de otro proceso para conseguir nuevos productos para la construcción o para otras actividades, creando cero residuos.
- *Nuevos y mejores productos.* La innovación en edificios podría lograr que ellos mejoren su funcionalidad al ser capaces de autoabastecerse de agua y energía.

---

<sup>10</sup> ibíd.

- *Mercados más sostenibles.* La creación de nuevos y mejores servicios de mantenimiento y renovación de edificios podría satisfacer algunas de las necesidades que cubren los edificios nuevos, dando un enfoque de durabilidad y renovación de productos a las compañías inmobiliarias.

#### **2.1.4. Diseño Ecológico**

Para tener la capacidad de crear edificios sostenibles es fundamental entender sobre sostenibilidad y tener conocimientos sobre ecología. Según Fritjof Capra, conocer sobre ecología es “entender sobre principios de organización que los ecosistemas han evolucionado para sostener la red de la vida.”<sup>11</sup> Esto mejora la habilidad del diseñador para optimizar el desempeño ambiental de un edificio porque lo instiga a pensar en la red de efectos e interacciones entre todos los elementos humanos y naturales relacionados al proyecto.

*Diseño ecológico* es imitar la organización de los procesos cíclicos de la naturaleza, donde el residuo de un ser es el alimento de otro, para desarrollar los nuevos procesos industriales (como la construcción sostenible de edificios), y da como resultado un incremento en la *productividad de recursos*.<sup>12</sup>

La *productividad de recursos* es reducir la cantidad de energía y materiales requeridos para satisfacer una necesidad sin reducir la calidad esperada del producto. Esto puede frenar el agotamiento de recursos, reducir la polución y aumentar la tasa de empleo, reemplazando recursos materiales y energéticos que eventualmente serán muy escasos por recursos humanos que son abundantes.<sup>13</sup>

Este concepto aplicado a la construcción significa el uso de la energía de la mano de obra para recuperar los residuos de diferentes procesos y transformarlos en productos para la construcción, como es el caso del reciclaje de los residuos de demolición (hormigón y

---

<sup>11</sup> Fritjof Capra. The Hidden Connections: A Science for Sustainable Living, Nueva York, Anchor Books, 2004. p. 232.

<sup>12</sup> Ibíd., p. 233.

<sup>13</sup> Ibíd., p. 244.

acero) o la fabricación de mampuestos con fibras orgánicas provenientes de residuos agrícolas. La productividad de recursos también sugiere una re-ingeniería de procesos constructivos que es una de las herramientas para aumentar la productividad y ganar competitividad<sup>14</sup>.

### **2.1.5. Principios de la construcción sostenible para edificios**

Los principios de la *construcción sostenible*, definidos por el Consejo Internacional para la Investigación e Innovación en Edificación y Construcción (CIB por sus siglas en francés), son<sup>15</sup>:

- *Reducir el consumo de recursos.* Satisfacer las necesidades de infraestructura usando la menor cantidad de recursos (energía, materiales y agua).
- *Reutilizar recursos.* Mantener a recursos dentro del ciclo de construcción y operación de la infraestructura por más tiempo mediante la reutilización para reducir la dependencia de fuentes primarias de recursos.
- *Usar recursos reciclables.* Usar procesos y energía para reciclar, obteniéndose productos útiles para la construcción y así reducir la dependencia de fuentes primarias de materiales.
- *Proteger la naturaleza.* Minimizar el daño a los ecosistemas que se desarrollan en el sitio y recuperar en lo posible los elementos naturales que se hayan dañado o perdido por causa de la construcción o por otras acciones pasadas.
- *Eliminar sustancias tóxicas.* Disponer de forma responsable los residuos de la construcción y prever soluciones para prevenir y aislar la posible contaminación durante la operación de la infraestructura.
- *Considerar el ciclo de vida del proyecto y de los insumos utilizados para el mismo.* Estudiar los efectos que puedan generarse en todas las etapas de un proyecto y de los materiales de construcción y buscar la forma de controlar esos efectos.
- *Enfoque en la calidad.* Satisfacer las necesidades sin reducir la calidad esperada por los usuarios de la infraestructura.

---

<sup>14</sup> Notas del curso de Administración de Empresas Constructoras II, Facultad de Ingeniería, PUCE.

<sup>15</sup> Kibert, op. cit., p. 6.

El CIB define a la *construcción sostenible* como el “crear y operar un entorno urbano saludable basado en la eficiencia de recursos y el diseño ecológico.”<sup>16</sup>

Un *edificio sostenible* entonces se refiere a una edificación saludable, diseñada y construida aplicando los principios de la construcción sostenible. Los edificios sostenibles también suelen llamarse edificios verdes o edificios de alto desempeño.

Actualmente no existen edificios que hayan logrado ser ecológicos en su totalidad, es decir, que no causen efectos negativos en el medio ambiente. Los edificios de alto desempeño existentes cumplen parcialmente con algunos de los principios de la construcción sostenible debido a las limitaciones de la tecnología disponible. Tales limitaciones se deben superar gradualmente y consisten fundamentalmente en: falta de perfeccionamiento de las tecnologías para conseguir eficacia y eficiencia aceptables y competitivas con las tecnologías convencionales; elevado precio al consumidor debido al alto costo de investigación y de producción; y la falta de tecnología y de personal técnico especializado de los países en desarrollo que obliga a la importación y el empleo forzado de las tecnologías foráneas.

## **2.2. Características de los Edificios Sostenibles**

### **2.2.1. Integración de los edificios con el entorno y uso adecuado del suelo**

La construcción de edificios sostenibles pretende integrarlos con el entorno y hacer uso adecuado del suelo. Para lograrlo se deben adoptar las siguientes consideraciones<sup>17</sup>:

- Construir en tierras ya impactadas en lugar de construir en tierras con importancia ecológica.
- Proteger y preservar elementos importantes para el ecosistema como, por ejemplo, la vegetación, cauces naturales de agua y humedales naturales.
- Usar plantas nativas y adaptadas a las condiciones locales para paisajismo.
- Desarrollar las áreas deprimidas económicamente o ambientalmente. Esta consideración puede ser lograda por instituciones públicas o por fundaciones de interés social que, con la construcción de viviendas, escuelas, centros de salud,

---

<sup>16</sup> ibíd.

<sup>17</sup> ibíd., pp. 134-135.

parques y demás edificios de interés social, revaloricen dichas zonas y aumenten la autoestima de las comunidades.

- Rehabilitar edificios existentes en lugar de construir nuevos edificios en terrenos desocupados.
- Proteger elementos naturales importantes integrándolos al proyecto, como puede ser el caso de un árbol de considerable edad y tamaño que puede ser salvado para adornar el entorno del proyecto.
- Planear cuidadosamente las operaciones de construcción para minimizar la erosión del suelo por parte de vientos y escorrentía de agua de lluvia.
- Minimizar movimiento de tierras y compactación de suelo durante la construcción, intentando utilizar la topografía natural del terreno.
- Aprovechar la luz solar, las corrientes de aire y las sombras que brindan los arboles y edificios para crear ambientes cómodos. A esto se lo conoce como “diseño pasivo” y logra que el edificio interactúe con su entorno para cumplir ciertas funciones como la climatización e iluminación.
- Minimizar las áreas impermeables a través de la ubicación apropiada de edificios, parqueaderos y otras áreas pavimentadas para mantener en la medida de lo posible el tiempo de retención hidrológico del sitio, reducir la carga sobre los sistemas de drenaje y sobre los cauces naturales de agua y contribuir a la recarga de acuíferos. También se pueden aplicar alternativas como pavimentos permeables y la retención de agua en la vegetación y en humedales naturales o artificiales.
- Minimizar efectos de isla de calor en el sitio usando pavimentos y cubiertas de colores claros que reflejan la radiación solar, produciendo sombra con árboles, tapando pavimentos oscuros con cubiertas claras, y usando cubiertas verdes<sup>18</sup>.
- Eliminar contaminación lumínica a través del diseño cuidadoso de los sistemas de iluminación exterior. El diseño de estos sistemas cuenta con la asistencia de herramientas como la modelación computarizada de iluminación.
- Minimizar la retención de agua en estanques impermeables y más bien usar humedales artificiales.

Las siguientes consideraciones son complementarias a las anteriores y consisten en:

---

<sup>18</sup> El Anexo No. 1 contiene información sobre el funcionamiento y beneficios de cubiertas verdes.

- Cumplir con la planificación territorial y de uso de suelo de la ciudad. En el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), por ejemplo, se deben respetar el Plan General de Desarrollo Territorial (PGDT) y el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS)<sup>19</sup>.
- Integrar paisajística y culturalmente al proyecto y su entorno mediante el empleo de líneas, formas y superficies que emulen rasgos característicos del paisaje y de la cultura local.
- Ubicar al edificio en áreas previamente urbanizadas y cerca de diversos servicios básicos (transporte público, banco, supermercado, parque, farmacia, etc.) para concentrar las actividades en una menor área urbana, evitando la dispersión de la ciudad y reduciendo emisiones contaminantes por el uso de vehículos automotores.

Adicionalmente, se sugieren las siguientes prácticas en la construcción de edificios para cumplir con las consideraciones mencionadas anteriormente:

- *Métodos de control de erosión.* El empleo de geo-sintéticos (geo-mallas, geo-textiles), la colocación o cultivo de vegetación, y el empleo de muros de gaviones son algunos de los métodos que pueden ser empleados para proteger a las superficies de suelo vulnerables a la erosión, especialmente taludes y otras superficies con pendientes considerables, permitiendo además el crecimiento de vegetación silvestre.
- *Paisajismo vertical.* La práctica de cubrir las fachadas de los edificios con plantas trepadoras, como la hiedra o las enredaderas, es conocida como paisajismo vertical. Esto tiene las ventajas de ayudar a los edificios a integrarse con un entorno lleno de vegetación y de regular la temperatura interior en climas cálidos porque refleja y absorbe la radiación solar que calienta al edificio.
- *Pavimentos porosos y permeables.* Los pavimentos como la superficie de grava o los adoquinados permeables permiten la infiltración de agua en el terreno y concentran menos calor que causa el efecto de "isla de calor". Los adoquinados permeables se conforman de adoquines cuya forma admite espacios vacíos entre cada adoquín dentro de los cuales puede ingresar agua e inclusive darse el crecimiento de plantas. Esto es recomendable en superficies en los que se espera una carga de tránsito liviano como, por ejemplo, peatones, carrozas y hasta automóviles.

---

<sup>19</sup> DMPT - Dirección Metropolitana de Planificación Territorial. Planes. Internet. [www4.quito.gov.ec](http://www4.quito.gov.ec). Acceso: 2009-12-07.

### **2.2.2. Eficiencia en el consumo de energía y uso de energías renovables**

Los edificios sostenibles buscan minimizar los impactos asociados al consumo de energía a través de dos mecanismos fundamentales: reducir el consumo energético y maximizar el uso de fuentes renovables de energía. Esto se puede conseguir aplicando las prácticas que se resumen a continuación.

- *Diseño energético para edificios*

El diseño energético de un edificio es primordial para conseguir reducciones sustanciales de consumo de energía. Los países desarrollados están entregando al mercado internacional tecnologías útiles para diseños energéticos eficientes (programas computacionales y equipos de climatización avanzados), pero están lejos de estar al alcance de países como el Ecuador debido a su costo y complejidad en la investigación, fabricación, instalación y mantenimiento. Sin embargo, estas herramientas son más útiles en países con climas extremos y no en el Ecuador donde el uso de sistemas de calentamiento, ventilación y aire acondicionado es significativamente menos intenso gracias a las condiciones climáticas del país, pues no se tienen cuatro estaciones.

Según Kibert, para obtener un edificio energéticamente eficiente se deben seguir los siguientes pasos<sup>20</sup>:

1. Usar herramientas de simulación computacional de factores como las corrientes de aire, temperatura, humedad e iluminación para asistir a los diseñadores en minimizar el consumo de energía en los edificios.
2. Optimizar el diseño solar pasivo del edificio.
3. Maximizar el desempeño térmico de la envoltura del edificio.
4. Minimizar las cargas internas del edificio.
5. Diseñar un sistema de climatización con un mínimo desperdicio de energía.
6. Incorporar el uso de energía renovable en la medida de lo posible.
7. Recuperar la energía desperdiciada mediante, entre otras tecnologías:
  - a. Combinación de energía eléctrica y calórica (CHP por sus siglas en inglés, *combined heat and power*) o también llamado cogeneración, que es un proceso de aprovechamiento del calor producido por el motor del

---

<sup>20</sup> Kibert, op. cit., pp. 163-164

generador de energía para usos como la calefacción o calentamiento de agua.

- b. Uso del aire viejo enfriado que se expulsa del sistema de ventilación y aire acondicionado para enfriar el aire fresco tomado del exterior.
8. Incorporar estrategias innovadoras que están surgiendo cuando sean económica y técnicamente apropiadas como, por ejemplo, acoplamiento con la tierra y enfriamiento radiante.

El nivel de optimización del uso de energía dependerá de las posibilidades económicas y de los requerimientos del cliente ya que, evidentemente, el seguir los pasos ya mencionados aumenta considerablemente el costo de diseño y de construcción del edificio.

- *Optimización del diseño pasivo*

El diseño pasivo o diseño solar pasivo de un edificio es una estrategia para diseñar la climatización de un edificio contando solamente con los recursos naturales del sitio como la luz del sol, el viento y la vegetación. Este es el primer paso para realizar el diseño energético eficiente de un edificio. El diseño pasivo está asociado al proyecto arquitectónico del edificio, depende de las condiciones del sitio (clima, presencia de otros edificios, vegetación, terreno) y tiene consideraciones en los siguientes factores y estrategias<sup>21</sup>:

- *Forma*. Para climas cálidos, aumentar la superficie exterior con una forma en planta angosta y alargada) para que más superficie entre en contacto con las corrientes de viento y así se pueda refrescar el edificio. Por lo contrario, para climas fríos, reducir la superficie exterior con una forma en planta cercana a la cuadrada.
- *Orientación*. Posicionar de eje longitudinal del edificio paralelo al eje este-oeste para que la radiación solar golpee las menores caras o fachadas y así evitar un calentamiento excesivo.
- *Almacenamiento térmico*. En climas fríos se puede almacenar el calor entregado por el sol en superficies exteriores hechas de materiales que guardan calor como la cerámica, bloques de cemento, ladrillo u hormigón.

---

<sup>21</sup> Ibíd., p. 167-181.

- *Luz solar.* El aprovechamiento de la luz solar ahorra consumo de energía eléctrica y mejora el rendimiento de los ocupantes de los edificios al darles un mayor sentimiento de bienestar. Manejar la luz solar con aberturas en el techo, colores claros en las superficies y suficiente ventanaje.
- *Ventilación Pasiva.* La ventilación es necesaria para reemplazar el aire viejo del interior del edificio por aire fresco del exterior. En la práctica la ventilación pasiva se consigue por convección del aire (flujo vertical por diferencia de temperatura que resulta en diferencia de densidad) cuando se sitúa un ducto vertical que atraviesa todas las plantas del edificio; o por efecto Venturi (se induce movimiento de aire hacia un espacio de baja presión creado por una corriente de aire).  
El efecto Venturi se puede lograr colocando un vestíbulo o un corredor por donde fluya una corriente de aire que pase por las entradas de los diferentes espacios; o creando aberturas correctamente orientadas en las paredes exteriores y en las cubiertas (el aire del interior del edificio es expulsado por efecto Venturi a través de aberturas paralelas a la dirección de la corriente de viento que rodea al edificio).
- *Enfriamiento pasivo.* En climas cálidos, el enfriamiento pasivo sirve para enfriar el edificio sin usar sistemas que consumen energía. Esto se consigue evitando al máximo el ingreso y acumulación de calor durante el día y usando ventilación natural durante la noche.
- *Envoltura del edificio.* El buen aislamiento en las paredes del edificio, el albedo de las superficies del edificio (relación entre la energía luminosa que refleja una superficie y la energía que incide sobre ella), y la correcta selección del ventanaje y del material y color de la cubierta aseguran que el clima interior esté aislado del clima exterior, siendo el manejo de la energía solar y el viento en el sitio lo que permita controlar el clima interior.

- *Reducción de la carga interna del edificio*

La carga interna de un edificio es el conjunto de personas y aparatos electrónicos que despiden calor al funcionar dentro del edificio y esto incrementa la demanda de un sistema de enfriamiento. La carga interna debido a personas no se puede reducir porque para hacerlo se debe limitar el número de personas con fines de enfriamiento, y esto es

impráctico. Sin embargo, la carga interna por aparatos electrónicos se puede reducir mediante las siguientes prácticas<sup>22</sup>:

- Usar equipos de bajo consumo de energía porque éstos despiden menos calor y reducen el consumo energético del edificio. Por ejemplo, motivar el uso de computadoras portátiles en lugar del uso de computadoras personales de escritorio, monitores con pantalla de tipo cristal líquido (LCD por sus siglas en inglés) en lugar del tipo tubo de rayos catódicos (TRC), o focos ahorradores fluorescentes en lugar de focos incandescentes.
  - Controlar el funcionamiento de computadoras cuando no están en uso. Usar el modo “Hibernar” es mejor que el modo “Suspende” porque ahorra energía y también guarda la información en caso de un corte de electricidad.
  - Eliminar el consumo de energía innecesario de equipos en modo de espera (*stand-by*) ya que en este estado también generan calor. Esto se consigue desconectando a los aparatos en desuso o instalando tomacorrientes con interruptor integrado.
  - Usar cables de mayor calibre al necesario en conexiones de gran consumo eléctrico para evitar pérdidas de energía en forma de calor debido a la resistencia eléctrica.
- *Reducción del consumo de energía de los sistemas activos*

Los sistemas activos (ventilación, enfriamiento, distribución de aire fresco y calentamiento de agua forzados artificialmente) pueden reducir el consumo de energía y aumentar su eficiencia mediante las siguientes recomendaciones<sup>23</sup>:

- *Ventilación, enfriamiento y distribución de aire.* Procurar que todos los componentes tengan la mejor eficiencia mediante una fiscalización minuciosa en la instalación y puesta a prueba de los sistemas. Esto es importante para que no fallen partes y no generen consumos indeseados de energía, garantizando la reducción de costos por energía durante la operación y costos por mantenimiento. Se puede climatizar el interior de edificio con aire del exterior cuando éste tenga las condiciones deseadas.

---

<sup>22</sup> Kibert, op. cit., pp. 179-181.

<sup>23</sup> Ibid., pp.181-189. Algunas recomendaciones Kibert han sido complementadas con otros consejos del autor.

Inversamente, se pueden usar sistemas que usen las condiciones deseables del aire viejo del interior para acondicionar el aire fresco introducido desde el exterior.

- *Sistemas de calentamiento de agua con almacenamiento en tanques.* Se deben colocar los tanques de agua caliente lo más centrado posible entre los puntos de consumo respectivo para reducir las pérdidas de calor en la tubería. Usar dispositivos de encendido automático temporizados (*timers*) para tanques eléctricos. La mejor práctica es combinar sistemas convencionales como tanques eléctricos o calderos a gas con paneles solares térmicos<sup>24</sup>. El calentamiento solar de agua reduce la cantidad de calor necesaria que debe entregar el sistema convencional para llegar a la temperatura deseada. Esto puede reducir el consumo de energía para este fin hasta en un 80%. Esta estrategia es muy útil para agua de uso doméstico y para piscinas.
- *Sistemas de calentamiento de agua sin almacenamiento en tanques.* Los calefones a gas funcionan solamente cuando hay demanda de agua caliente. Sin embargo, la mayoría de versiones usan una luz piloto (forma de energía *stand-by*) que está encendida constantemente y su consumo de energía puede igualar el ahorro de no usar tanques eléctricos. Es preferible usar los últimos calefones que tienen un dispositivo de encendido automático con energía de baterías de 9v que se activan en el momento de abrir la llave de agua caliente. Del mismo modo que los calefones a gas, las duchas eléctricas consumen menor energía que los tanques eléctricos porque también funcionan por demanda. Muchas versiones de duchas eléctricas tienen la ventaja adicional de poder regular el poder de electricidad que usan.

---

<sup>24</sup> Para más información sobre funcionamiento, ventajas y dimensionamiento de sistemas de calentamiento con paneles solares térmicos e información sobre otras soluciones domésticas para eficiencia energética, acceder a la página de Internet del Departamento de Energía de los Estados Unidos: [www.energysavers.gov](http://www.energysavers.gov).

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) indica cómo construir un calentador de agua que aprovecha energía solar en viviendas económicas en la Guía Práctica Ecuatoriana (GPE) 018:1978.

- *Reducción del consumo de energía de los sistemas eléctricos*

Los sistemas eléctricos consumen una importante porción de la energía total en un edificio y pueden reducir ese consumo mediante las siguientes recomendaciones<sup>25</sup>:

- *Sistemas de iluminación eficientes.* La eficacia y la durabilidad de estos sistemas son mucho mayores a los obtenidos en focos o lámparas incandescentes comunes. Cualquiera de estas sería una mejor elección que las lámparas incandescentes, dentro de sus posibles aplicaciones.
  - *Lámparas fluorescentes.* Las nuevas lámparas fluorescentes tienen diferentes estilos en forma, color y luminiscencia. Su eficacia, medida en lúmenes por vatio, es mejor que la de lámparas incandescentes (de 80 a 93 lm/W en contra de 12 lm/W). Para que la iluminación sea eficiente se debe direccionar la luz con el accesorio correcto.
  - *Luminarias de fibra óptica.* Este sistema usa fibra óptica para transmitir luz desde una fuente remota hacia las luminarias. La fuente de luz suele ser una lámpara halógena potente, luz solar captada en un helióstato o una combinación entre ambas. Sólo se requiere conexión eléctrica hacia la lámpara emisora de luz. Estos sistemas pueden eliminar los efectos negativos de la radiación ultravioleta e infrarroja filtrando estas radiaciones. No transmiten calor ni existe corriente eléctrica en los accesorios. Es muy eficiente energéticamente porque no conduce electricidad hacia cada accesorio, por lo tanto no hay pérdidas en cableado, y además porque la lámpara fuente puede utilizar hasta cerca de una sexta parte de la potencia eléctrica acumulada entre las múltiples lámparas de un sistema convencional de iluminación.
  - *Luces LED.* Los diodos de emisión lumínica (LED por sus siglas en inglés) son una tecnología en constante evolución. Consisten en semiconductores que entregan luz cuando la corriente eléctrica pasa por ellos, produciendo prácticamente nada de calor. Pueden durar 20 veces más que lámparas incandescentes y de 2 a 3 veces más que lámparas fluorescentes. Sus aplicaciones en edificios estarán al alcance del consumidor en el año 2010.
- *Control de iluminación.* Los sistemas de control de iluminación, para lograr una iluminación eficiente, deben encender o apagar luces automáticamente en función de

---

<sup>25</sup> Kibert, op. cit., pp.189-194.

la presencia de ocupantes, controlar la intensidad de la luz con atenuadores, y encender y apagar las luces para compensar la iluminación en lugares con luz natural.

- *Equipos con motores eléctricos.* El costo de la energía consumida por los motores eléctricos convencionales de los sistemas de bombeo, ventiladores y elevadores supera al costo de adquisición en poco tiempo, especialmente cuando son utilizados durante mayor tiempo al año. Para comprar un equipo con un motor eléctrico y minimizar el consumo de energía del mismo se debe considerar la selección mediante comparación entre alternativas en base a eficiencia (relación entre potencia real y potencia nominal), buscar que los equipos funcionen a carga máxima y no estén subaprovechados, y seleccionar equipos eléctricos de alta eficiencia (que son de mayor costo) cuando sean económicamente justificables.

- *Sistemas de energías renovables y sistemas innovadores misceláneos*

En Estados Unidos y Europa se están aplicando tecnologías innovadoras que ya forman parte de sus estándares de construcción para la eficiencia energética de edificios. Algunos de estos sistemas se resumen a continuación<sup>26</sup>:

- *Enfriamiento o calentamiento radiante*

En Europa, especialmente en Alemania, los sistemas de enfriamiento radiante son cada vez más utilizados porque se reconoce que el enfriamiento con aire es muy ineficiente ya que el aire es 3000 veces menos capaz de absorber calor que el agua y, puesto que el aire es un fluido compresible, requiere mucha mayor energía para ser bombeado.

El enfriamiento radiante consiste en enfriar ambientes haciendo circular agua por conductos que forman redes en el techo. Las redes pueden estar embebidas en las losas de hormigón, suspendidas detrás del cielo falso de yeso o *gypsum*, o unidas a planchas de aluminio que forman el cielo falso. El agua circula por los conductos de la red a una temperatura menor a la de condensación del aire para evitar goteos y enfría ambientes usando el 5% de la energía que usan los sistemas de enfriamiento con aire.

Estos sistemas son usados también para calentamiento en el caso de climas fríos. Sólo se debe circular agua caliente en la red de tuberías.

---

<sup>26</sup> Kibert, op. cit., pp. 194-200.

- *Acoplamiento con la tierra*

Se puede usar la temperatura de la tierra y el agua subterránea (que suele ser estable a profundidades mayores a 2m) para enfriar o calentar fluidos según la aplicación. Por ejemplo, se puede bombear agua tibia proveniente del sistema de enfriamiento radiante dentro de la tierra para volverla a enfriar y luego se la regresa al sistema de enfriamiento.

- *Energía renovable: Celdas fotovoltaicas*

Las celdas fotovoltaicas son dispositivos semiconductores que transforman la luz solar en energía eléctrica que puede almacenarse en baterías. Se agrupan en paneles que pueden conformar superficies en los edificios como ventanas, tragaluces, fachadas y cubiertas. Los paneles de celdas fotovoltaicas están disponibles en el mercado local y pueden durar hasta 30 años antes de decaer en capacidad de generación. Su disposición y reciclaje no genera impactos ambientales. Generalmente la producción de potencia de estos dispositivos está entre 50 y 100 W por cada metro cuadrado, es decir, necesita de 10 a 20 m<sup>2</sup> por cada 1kW, generando energía desde 1400 a 2000kWh por cada 1kW instalado.

- *Energía renovable: Energía eólica*

Los países desarrollados están ampliando altamente su parque de energía eólica por sus múltiples beneficios económicos y ambientales y por los incentivos de los gobiernos. Ya han desarrollado turbinas de dimensiones aptas para aplicaciones en edificios que podrían generar potencias de hasta 100kW.

El proyecto *Bahrain World Trade Center* en Bahrein es el mayor ejemplo de empleo de esta energía en edificios individualmente, consistiendo en dos torres de oficinas con tres turbinas eólicas montadas sobre puentes que vinculan a las torres y con la capacidad abastecer entre el 11 y 15% de la energía (entre 1100 y 1300 MWh cada año)<sup>27</sup>.

- *Energía renovable: Biomasa y biocombustibles*

La energía de la biomasa proveniente de cultivos energéticos (p.ej., cultivos de caña de azúcar), cultivos y residuos agrícolas, residuos de maderería, vegetación acuática, excretas de animales y residuos orgánicos municipales elimina las emisiones

---

<sup>27</sup> Reuters. [Bahrain builds first wind powered towers: architect](http://www.reuters.com/article/idUSL1928644820070319). Internet. [www.reuters.com/article/idUSL1928644820070319](http://www.reuters.com/article/idUSL1928644820070319). Acceso: 2009-12-07.

contaminantes de los combustibles fósiles porque su combustión produce dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que es absorbido de nuevo por cultivos y bosques.

Los biocombustibles (biogás, bioetanol y biodiesel) provenientes del procesamiento de la biomasa pretenden transferir los recursos destinados a la explotación del petróleo hacia la producción de biocombustibles, ofreciendo beneficios ambientales como la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, frenado del cambio climático y la prevención de otros problemas relacionados a los combustibles fósiles. Es necesario resolver el conflicto de prioridades entre la alimentación y la energía para evitar el encarecimiento de los alimentos en caso de darse la producción de biocombustibles a gran escala.

Actualmente se realizan múltiples investigaciones de desarrollo y viabilidad de biocombustibles siendo Brasil el país líder en el área. En el Ecuador, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) promueve el desarrollo de biocombustibles mediante la difusión de información y desarrollo de proyectos específicos. El Plan Piñón del MEER, por ejemplo, es un proyecto que pretende abastecer de energía eléctrica a miles de hogares de la Provincia de Galápagos reemplazando mayoría de la electricidad producida con diesel por electricidad producida con biocombustibles provenientes del aceite de piñón (planta que se da en zonas áridas de la provincia de Manabí)<sup>28</sup>.

- *Pilas de combustible*

Las celdas de combustible hacen el proceso inverso de la electrolisis: juntan moléculas de hidrógeno con moléculas de oxígeno para formar agua y electricidad. Esta forma de producir electricidad es usada en transformadores de la NASA. El grado de complejidad y el costo de estos sistemas son aún demasiado altos para incluirlos en los edificios, pero la compañía *Plug Power* de Estados Unidos está desarrollando una celda de combustible que usa el hidrógeno contenido en el gas natural o en el gas licuado de petróleo (GLP). Dado el perfeccionamiento de esta tecnología, se podría aplicar las celdas de combustible

---

<sup>28</sup> MEER – Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. [Biocombustibles](#). Internet. [www.meer.gov.ec](http://www.meer.gov.ec). Acceso: 2009-09-03.

Diario El Universo. [Un aceite vegetal del bosque seco dará energía a casas de Galápagos](#). Internet. [www.eluniverso.com/2009/09/27/1/1430/un-aceite-vegetal-bosque-seco-dara-energia-casas-galapagos.html](http://www.eluniverso.com/2009/09/27/1/1430/un-aceite-vegetal-bosque-seco-dara-energia-casas-galapagos.html). Acceso: 2009-12-07.

en los edificios. Además, el calor producido en el proceso podría ser usado para otras aplicaciones como la calefacción y calentamiento de agua.

- *Herramientas de análisis del desempeño energético de edificios en la etapa de diseño*

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) ofrece un directorio de programas computacionales sobre el desempeño energético de edificios. El directorio contiene 340 herramientas de simulación computarizada de edificios para evaluar su eficiencia energética, energía renovable y sostenibilidad. Estas herramientas ayudan al diseñador a seleccionar productos y hacer modificaciones pertinentes en el sistema eléctrico durante el proceso de diseño.

### **2.2.3. Consumo racional de agua**

Según EPA, el consumo racional de agua en edificios tiene los siguientes beneficios<sup>29</sup>:

- La reducción del consumo de agua produce ahorros económicos significativos a la población. Esto también reduce la cantidad de aguas servidas, por lo que conjuntamente resulta en costos reducidos de infraestructura municipal para agua potable y para recolección y tratamiento de aguas servidas.
- La eficiencia en el uso de agua ahorra cantidades significativas de energía requerida para el transporte y tratamiento del agua de uso doméstico.
- Conserva un volumen de agua suficiente en las reservas naturales de tal forma que la concentración de contaminantes permanezca en niveles seguros para las personas y para el medio ambiente.

Kibert señala los siguientes pasos para desarrollar una estrategia para minimizar el consumo de agua en edificios y reducir la descarga de efluentes contaminados de manera económicamente viable:<sup>30</sup>

1. *Seleccionar una fuente de abastecimiento de agua para cada tipo de consumo.*  
Usar agua potable solamente en propósitos que requieran consumo o ingestión

---

<sup>29</sup> EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Benefits of Water Efficiency. Internet. [www.epa.gov/watersense/water\\_efficiency/benefits\\_of\\_water\\_efficiency.html](http://www.epa.gov/watersense/water_efficiency/benefits_of_water_efficiency.html). Acceso: 2009-12-08.

<sup>30</sup> Kibert, op. cit., pp. 223-223.

humana. Asignar fuentes como aguas grises, aguas grises tratadas, aguas pluviales y agua recuperada a los demás tipos de consumo como, por ejemplo, riego de jardines, operación de inodoros y lavado de pisos y de automóviles.

2. Para cada tipo de consumo de agua, emplear tecnologías que minimicen el consumo.
3. *Evaluar el potencial de un sistema de aguas servidas doble.* La separación de aguas grises y aguas negras exige la construcción de una doble red de recolección de aguas servidas. A pesar del incremento del costo, esto da la posibilidad de usar aguas grises para diferentes propósitos como, por ejemplo, inodoros y riego de jardines.
4. *Analizar el potencial de estrategias innovadoras de tratamiento de aguas servidas.* Considerar la posibilidad de dar tratamiento al agua residual doméstica individualmente en cada edificio.
5. Aplicar un análisis de costo y beneficio de las prácticas adoptadas para el consumo eficiente de agua.

Respecto al paso número 4, se considera que la instalación de una planta de tratamiento individual en un solo edificio no es desde ningún punto de vista factible por su elevado costo y por la complejidad en su operación y mantenimiento. Esta solución sólo podría considerarse en edificios o conjuntos de edificios emplazados en zonas donde no existen redes públicas de alcantarillado sanitario.

Una estrategia de eficiencia en el consumo de agua suele incrementar los costos de inversión, operación y mantenimiento de un edificio porque obliga a la incorporación de sistemas adicionales, aumenta el uso de energía para bombeo y requiere de mantenimiento adicional. Sin embargo, estos incrementos son justificados por los ahorros de agua que producen durante la operación del edificio. Si en el futuro se incrementaran considerablemente las tarifas de agua y energía, y considerando la baja incidencia que tienen los sistemas de agua sobre el costo total de un edificio, se podría determinar que una estrategia de eficiencia en el consumo de agua sería factible, siempre que se consideren también estrategias en los aspectos de energía y recursos ya que éstas representarían ahorros en el edificio.

Las estrategias para usar agua eficientemente en un edificio son las siguientes:

- *Aparatos sanitarios ahorradores de agua*

*WaterSense®* es un programa auspiciado por EPA para certificar aparatos ahorradores de agua<sup>31</sup>. Muchos productos en el mercado estadounidense tienen la etiqueta *WaterSense®* la cual asiste al consumidor en seleccionar aparatos sanitarios que cumplen con estándares EPA por calidad, ahorro de agua y mantenimiento de los hábitos y costumbres del consumidor. Algunos de estos productos con dicha certificación son:

- *Inodoros y urinarios*

Los inodoros convencionales antiguos usan tanques de 16 litros, pero actualmente, en el mercado internacional, están disponibles los siguientes inodoros de 6 litros<sup>32</sup>:

*Inodoro de gravedad con tanque.* Funciona como un inodoro convencional, pero las paredes de la taza son más erguidas para mejorar la limpieza durante la descarga sin requerir mayor cantidad de agua.

*Inodoro de descarga dual.* Permite usar parcialmente el tanque (3,8 litros) para desalojar agua con excretas líquidas y usar todo el tanque (6 litros) para desalojar agua con excretas sólidas. Productos con estas características están disponibles en el mercado local.

*Inodoro con fluxómetro.* Desaloja agua impulsándola con presión. Es común en centros comerciales y se comercializa en el mercado local.

*Inodoro asistido por vacío.* En vez de usar presión usa vacío para desalojar agua.

Los inodoros de última generación pueden usar volúmenes de agua menores a los mencionados en los aparatos anteriores, excediendo los estándares de EPA. Usan tecnología electromecánica (bombas y compresores) para asistir la descarga. Estos aparatos aún no son comercializados en el mercado local.

Los urinarios con etiqueta *WaterSense®* usan máximo 1,89 litros en cada descarga. Existen modelos que no usan agua en absoluto (urinarios secos). Comparativamente, los urinarios convencionales usan entre 5,68 y 4,5 litros de agua en cada descarga.

---

<sup>31</sup> EPA- U.S. Environmental Protection Agency. [WaterSense®](http://www.epa.gov/owm/water-efficiency/index.htm). Internet. www.epa.gov/owm/water-efficiency/index.htm. Acceso: 2009-12-08.

<sup>32</sup> Kibert, op. cit., p. 224.

- *Duchas*

Las duchas con etiqueta *WaterSense®* logran una mejor distribución del agua en el chorro usando un caudal bajo pero manteniendo la sensación de una ducha abundante. Esto se logra mediante una cabeza de ducha de mayor área y con orificios especiales. Comparativamente, las duchas convencionales funcionan con caudales de 11 a 27 l/min (0,18 a 0,45 l/s) a una presión estándar de 550KPa (80 psi), mientras las duchas eficientes funcionan con 3,8 a 9,5 l/min (0,06 a 0,16 l/s) y con la misma presión. Estas duchas son probadas en un rango amplio de presiones para asegurar su correcto desempeño. Algunos modelos similares ya se venden en el mercado local.

- *Grifos*

Los estándares de EPA señalan que los lavabos necesitan 5,7 l/min (0,10 l/s) y los fregaderos de cocina 9,5 l/min (0,16 l/s), a presión estándar de 80psi. Los grifos antiguos ineficientes usan entre 11 y 19 l/min (0,18 y 0,32 l/s). Los grifos modernos cumplen con estos estándares, pero los de última generación los exceden, funcionando con 1,9 a 4,7 l/min (0,03 a 0,08 l/s) en lavabos y con 8,3 a 9,5 l/min (0,14 a 0,16 l/s) en fregaderos de cocina<sup>33</sup>.

En el mercado local se comercializan productos con características similares con una oferta cada vez más diversa. Estos accesorios son de fácil instalación y pueden ser aireadores de grifo, dispositivos de flujo laminar o dispositivos de pulverización. Éstos mejoran la distribución de agua en el chorro para reducir el caudal requerido para la operación del grifo. En el mercado nacional hay grifos de cuarto de giro que consumen menos agua y optimizan el gasto con estas características y grifos de corto tiempo de activación (accionados al presionar un botón).

- *Controles electrónicos para aparatos sanitarios*

Los controles electrónicos en sitios públicos con sensores infrarrojos son principalmente usados por higiene porque previene el contacto con superficies llenas de gérmenes en baños públicos. También ayudan a ahorrar mucha agua al permitir el flujo de agua según la demanda pues se activan en función de la presencia del usuario. El mismo tipo de

---

<sup>33</sup> ibíd., pp. 225.

controles ayuda a ahorrar energía en los secadores de manos. Los ahorros de agua también se traducen en ahorros de energía de bombeo de agua que son superiores a la energía usada para operar estos controles electrónicos.<sup>34</sup>

- *Aprovechamiento de aguas pluviales*<sup>35</sup>

El aprovechamiento de agua de lluvia es la colección, almacenamiento y uso de agua de lluvia, nieve o granizo. Esto se logra con un sistema que capta el agua, la acumula, la filtra y la bombea hacia las siguientes aplicaciones posibles: inodoros, urinarios, mangueras para jardinería o lavado de pisos y automóviles, lavado de ropa y protección contra incendios. Esta estrategia puede satisfacer hasta el 50% de la demanda total de agua en regiones con alta frecuencia de lluvias.

Según Kibert, se puede tomar la decisión de usar un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales si las fuentes de agua subterránea o acuíferos del sitio presentan problemas como limitada capacidad, fragilidad, contaminación o son demasiado mineralizadas, requiriendo tratamientos costosos; o si hay preocupación de que la escorrentía de aguas pluviales cause problemas de erosión, estancamiento, inundación o daños en las estructuras de drenaje de la ciudad. En Quito, por ejemplo, el exceso de agua de lluvia que incrementó el caudal en el río Machángara provocó el colapso del colector bajo el intercambiador de El Trébol, causando graves problemas de transporte y de costos de reparación.

El sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para un edificio suele componerse de:

- *Área de recolección.* Es una superficie que suele ubicarse en la cubierta y puede ser hecha de láminas de hierro galvanizado. La superficie de la cubierta puede funcionar como área de recolección. Preferiblemente, esta superficie debe inhibir el crecimiento de algas, moho, y musgo, y no deben haber ramas de árboles sobre ésta para evitar la contaminación con hojas, ramas y heces de aves.
- *Retención de sólidos.* En cada entrante a las bajantes que van a la cisterna debe haber una rejilla en forma de domo como las que se usa en sumideros exteriores para

---

<sup>34</sup> ibíd., pp. 225-227.

<sup>35</sup> ibíd., pp. 222, 227-228

Rainharvesting Systems Ltd. Design. Internet. [www.rainharvesting.co.uk](http://www.rainharvesting.co.uk). Acceso: 2009-12-21.

mantener hojas y partículas grandes fuera de la tubería. Sería útil colocar mallas alrededor en el caso de haber árboles cerca de donde caen hojas y ramas con el viento.

- *Tubería de recolección.* Recoge el agua recolectada en la cubierta y la envía a una cisterna. Se debe dimensionar en función de la pluviometría y del área de recolección.
- *Filtración.* Los expertos recomiendan una filtración con filtros de arena o cualquier otro tipo de filtro (p.ej., filtro de discos) como tratamiento primario previo al almacenamiento de agua lluvia en la cisterna. Esto evita la acumulación de sedimentos y el ingreso de organismos como algas en la cisterna. Para uso en irrigación por goteo para jardinería, es recomendable usar filtros de arena que retengan hasta 5 micrones.
- *Cisterna.* Este componente es el que más incide en el costo del sistema. Puede ser de hierro galvanizado, hormigón, ferro-cemento, fibra de vidrio, polietileno, madera o plástico reciclado. La durabilidad y costo dependen del material. Puede ubicarse en un punto alto debajo de la cubierta, o en puntos bajos como sótanos o sobre el suelo del exterior a nivel de la superficie o enterrado, pero siempre cerrado y en la obscuridad para evitar el crecimiento de algas. Debe dimensionarse según la pluviometría del lugar y debe colocarse una salida de excesos para no exceder su capacidad límite.
- *Distribución de agua.* Las aguas pluviales deben ser distribuidas a los diferentes puntos de consumo que se hayan especificado tanto por gravedad, si la cisterna está un punto alto, como por distribución forzada con bombas. El agua se extrae de la cisterna y se envía por una tubería al punto de control desde donde se iniciará la distribución en tuberías a los diferentes puntos de consumo.
- *Punto de control.* Es un aparato electrónico con válvulas controladas por computadora desde donde se distribuye agua a los diferentes puntos de consumo. En este punto se detecta la disponibilidad de agua en la cisterna de aguas pluviales para cerrar el ingreso desde dicha cisterna y abrir el ingreso desde la red de agua potable en casos en que se agoten las reservas de aguas pluviales. El sistema de control puede ser manual o electrónico y su función es abrir y cerrar el flujo de aguas pluviales o de agua potable según la disponibilidad de aguas pluviales en la cisterna o según las actividades de mantenimiento y reparación.

Por el momento, este tipo de sistemas ha comprobado ser útil principalmente en complejos ecológicos lejanos a las ciudades como, por ejemplo, hostales turísticos o recintos de investigación científica en la Amazonía, donde no existen servicios públicos de suministro de agua potable. Sin embargo, existen varios casos de edificios urbanos que

han tenido resultados favorables como, por ejemplo, varios edificios en el Reino Unido. Estudios de caso de estos edificios de diferentes usos han indicado que con costos de inversión entre USD\$ 5.000 y USD\$ 10.000, aproximadamente, se han instalado sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales que abastecen alrededor del 50% del consumo diario de agua con períodos de recuperación de la inversión entre 5 y 10 años<sup>36</sup>.

- *Aprovechamiento de aguas grises*<sup>37</sup>

El agua gris es agua que proviene de duchas, tinas de baño, lavabos, lavadoras de ropa, y excesos de bebederos. Cualquier otra agua sin mayor contaminación como agua de drenaje de piletas, hidromasaje y drenaje de cisternas se consideraría agua gris. Esta agua puede ser aprovechada en usos sin ingestión por parte de personas como el riego de jardines y uso de urinarios e inodoros. El agua con contenido químico como agua proveniente de drenaje de invernaderos, sumideros de piso y piscinas no es recomendable para irrigación. Las aguas negras son agua con excretas humanas y agua de fregadero de cocinas que contiene aceite, grasa y restos de comida que no puede ser aprovechada por su alto contenido de contaminantes.

Un sistema de aprovechamiento de aguas grises debe contar con una red de recolección separada para aguas negras y aguas grises. La red de aguas grises debe recolectar el agua en un depósito central donde se la almacenará por máximo un día para evitar problemas de malos olores por la descomposición de la materia orgánica. El depósito debe contar con una salida de excesos y otra salida de agua de lavado del depósito, ambas hacia el sistema de drenaje de aguas servidas.

Las aguas grises pueden usarse en jardines pero contienen cierta concentración de diferentes tipos de patógenos por lo que se recomienda hacer riego sub-superficial usando una red de tubería perforada de 75mm enterrada a unos 20cm. Los detergentes y espumas no interfieren en esta actividad. El jardín debería contar con drenes que desalojen el agua en exceso hacia el sistema público de alcantarillado. No se debe usar esta agua para regar frutales u hortalizas. Puede usarse en irrigación por goteo para el

---

<sup>36</sup> Rainharvesting Systems Ltd. Case Studies. Internet. [www.rainharvesting.co.uk/pages/case\\_studs/cs\\_studs3.html](http://www.rainharvesting.co.uk/pages/case_studs/cs_studs3.html). Acceso: 2009-12-21.

<sup>37</sup> Kibert, op. cit., pp. 228-229.

riego eficiente de jardines, pero para tal caso se debe filtrar el agua para evitar el taponamiento de los orificios.

Las aguas grises pueden usarse también en inodoros y urinarios. Para esto se requiere un tanque de almacenamiento, una planta de tratamiento básica pequeña con floculación, filtración, desinfección con cloro (para evitar crecimiento de microorganismos en los sanitarios); un sistema de bombeo y una red de distribución solamente para agua reciclada hacia inodoros y urinarios. En el barrio La Floresta de Quito está el edificio *Key Building* que tiene un sistema igual a éste y funciona satisfactoriamente.

- *Aprovechamiento de agua recuperada*

El agua recuperada es agua proveniente de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales y municipales que puede ser recuperada posterior al acuerdo entre las partes interesadas (Municipio/industrial y agricultor/propietario de edificio). Según las circunstancias, esta agua puede ser usada para aplicaciones diversas como la irrigación agrícola y aplicaciones en edificios como inodoros, urinarios, mangueras para jardinería o lavado de pisos y automóviles, y protección contra incendios (nunca para consumo o ingestión humana).<sup>38</sup> Sin embargo, esto implicaría el bombear agua desde la planta de tratamiento hasta el edificio a través de una tubería independiente por lo que puede resultar una solución poco factible si es aplicado a edificios.

Entre los lineamientos específicos que propone la Asociación Ecuatoriana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AEISA) para la gestión eficiente de los recursos hídricos, está que “el agua residual doméstica tratada se debería usar para el desarrollo de actividades agrícolas y otras opciones de aprovechamiento”.<sup>39</sup> El uso de agua residual doméstica tratada debe ser más intenso en las actividades agrícolas, las cuales consumen el 82% del agua dulce en el Ecuador<sup>40</sup>, pero el uso en edificios a manera de agua recuperada debe discutirse con más detenimiento para ser considerada como una “opción de aprovechamiento” viable.

---

<sup>38</sup> *Ibid.*, pp. 229-230.

<sup>39</sup> Mórtoła, op. cit., pp. 4-6.

<sup>40</sup> Ver Sección 1.2.3.4.

Para cualquier aplicación que se dé a las aguas recuperadas se debe completar su tratamiento con los procesos faltantes. En el caso de aplicaciones para edificios, obligadamente se deberá disponer de una red sólo para aguas recuperadas para prevenir la contaminación y el riesgo de contraer enfermedades.<sup>41</sup>

- *Tratamiento descentralizado de aguas residuales domésticas*

Los edificios sostenibles podrían reducir la carga sobre las plantas municipales de tratamiento de aguas residuales domésticas tratando de manera individual sus aguas residuales con métodos artificiales (p.ej., tanques sépticos) o métodos naturales (p.ej., humedales artificiales). Esta estrategia es controversial por su poca practicidad, pero existe un pequeño número de casos en los que se han obtenido resultados interesantes.

Uno de estos casos es el Centro de Estudios Ambientales Lewis de Oberlin College en Oberlin, estado de Ohio, Estados Unidos. Este edificio cuenta con un elemento llamado “Máquina Viviente”, un micro-ecosistema que contiene organismos, los cuales descomponen en nutrientes a la materia orgánica de las aguas residuales del edificio. El agua rica en nutrientes alimenta a un humedal artificial afuera del edificio, produciendo cero descargas en el sistema de alcantarillado público. En la “Máquina Viviente” del Centro Lewis viven bacterias, plantas, insectos, peces y reptiles, y todos estos organismos contribuyen en procesar a la materia orgánica de las aguas residuales.<sup>42</sup>

La AEISA señala que la ciudadanía debería asumir el costo del tratamiento del agua residual que genera a través de tarifas a los servicios públicos pero no identifica al tratamiento de aguas residuales domésticas descentralizado en los edificios como una solución para la gestión eficiente de los recursos hídricos.<sup>43</sup>

- *Eficiencia en el mantenimiento de plantas y jardines*

El uso de agua para mantenimiento de jardines convencionales es intensivo. Para solucionar esta ineficiencia se pueden usar plantas tolerantes a la sequedad, pero es mejor usar plantas nativas que sobrevivan de manera silvestre en el sitio. Esto implicaría

---

<sup>41</sup> Kibert, op. cit., pp. 229-230.

<sup>42</sup> *Ibíd.*, pp. 231-232.

<sup>43</sup> Mórtola, op. cit., pp. 4-6.

que el paisajista deba conocer la ecología nativa del sitio, para seleccionar adecuadamente las plantas que se adaptarían con éxito al medio.

El paisajismo eficiente en uso de agua requiere de lo siguiente: buena planificación, sistemas de irrigación eficientes (riego por goteo u otros), aprovechamiento de fuentes alternativas de agua (aguas grises, aguas pluviales), superficies de césped funcionales (generalmente la mayoría de superficies con césped son subutilizadas y requieren de mantenimiento y riego continuos), uso de compost para retener agua en el suelo, adecuada y diversa selección de plantas nativas y adaptadas al clima local, y mantenimiento apropiado de los sistemas de riego. Además de conseguir ahorro en el consumo de agua, puede mencionarse que este tipo de paisajismo atrae a varios animales endémicos, especialmente ciertas especies de aves e insectos, restaurando en cierta medida el entorno natural original del sitio.

#### **2.2.4. *Gestión de los materiales de construcción en su ciclo de vida***

El objetivo de los edificios sostenibles en la gestión de materiales de construcción es usar insumos que reduzcan el impacto ambiental en su ciclo de vida, reducir significativamente la cantidad de recursos destinados a edificios, usar insumos que protejan a la salud de las personas, y facilitar el desmantelamiento y la disposición responsable de sus componentes. Para conseguir este objetivo se pueden seguir las siguientes prácticas:

- *Identificación de insumos ecológicos y ambientalmente preferibles para la construcción de edificios*

Algunos insumos para la construcción reducen el impacto ambiental en su ciclo de vida y, dependiendo del nivel de beneficios ambientales que presenten, éstos pueden calificarse como ecológicos o ambientalmente preferibles solamente.

Los insumos para la construcción pueden clasificarse en materiales y productos, siendo materiales los componentes de insumos más complejos y elaborados llamados productos.

Los insumos ecológicos para la construcción de edificios aplican los conceptos de reducir, reutilizar y reciclar (las tres R) a lo largo de su vida útil por lo que, para ser reconocidos como ecológicos, deben reunir en cada etapa del ciclo de vida uno o más de los méritos que se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 2.1.** Méritos ambientales de los insumos ecológicos para la construcción.

	CICLO DE VIDA				3 R
	OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	MANUFACTURA	SERVICIO	DISPOSICIÓN FINAL	
MATERIAL ECOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>No contribuye a la deforestación</li> <li>Reduce la energía necesaria para su obtención</li> <li>Reduce la explotación indiscriminada</li> <li>Reduce riesgos de accidentes en el trabajo</li> <li>Costo reducido de materia prima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos que reducen el consumo de energía</li> <li>Procesos que reducen o eliminan la contaminación</li> <li>Procesos que reducen la generación de residuos</li> <li>Reduce las emisiones del transporte al ser manufacturado localmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No despiden sustancias peligrosas al medio ambiente</li> <li>Reducen la intensidad de mantenimiento</li> <li>Sus múltiples usos reducen la heterogeneidad de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce los residuos contaminantes</li> <li>Reduce el contenido de materiales no reciclables y no reutilizables</li> </ul>	REDUCIR
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveniente de materia prima reutilizada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los residuos de su manufactura son reutilizables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reutilizable</li> </ul>	REUTILIZAR
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveniente de materia prima reciclada</li> <li>Proveniente de materia prima renovable</li> <li>Es vegetal, por lo tanto absorbe CO<sub>2</sub> para el proceso de fotosíntesis durante su crecimiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos que reciclan residuos de otras actividades</li> <li>Los residuos de su manufactura son reciclables</li> <li>Procesos que usan energía renovable</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Reciclable</li> <li>Biodegradable</li> </ul>	RECICLAR
PRODUCTO ECOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce emisiones del transporte al usar componentes disponibles localmente</li> <li>Costo reducido de materia prima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos que reducen el consumo de energía</li> <li>Procesos que reducen o eliminan la contaminación</li> <li>Procesos que reducen la generación de residuos</li> <li>Reduce las emisiones del transporte al ser manufacturado localmente</li> </ul>	Reduce: <ul style="list-style-type: none"> <li>la cantidad de otros productos</li> <li>el consumo de agua</li> <li>el consumo de energía (o elimina) la contaminación</li> <li>el cambio del estilo de vida</li> <li>el riesgo de accidentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce los residuos contaminantes</li> <li>Reduce el contenido de componentes no reciclables y no reutilizables</li> </ul>	REDUCIR
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveniente de materia prima reutilizada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los residuos de su manufactura son reutilizables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durable</li> <li>Aprovecha las aguas pluviales</li> <li>Reutiliza las aguas grises</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se pueden recuperar los componentes reutilizables</li> </ul>	REUTILIZAR
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proveniente de materia prima reciclada</li> <li>Proveniente de materia prima renovable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procesos que reciclan residuos de otras actividades</li> <li>Los residuos de su manufactura son reciclables</li> <li>Procesos que usan energía renovable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genera energía renovable</li> <li>Recicla las aguas grises</li> <li>Separa los residuos reciclables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se pueden recuperar los componentes reciclables</li> <li>Biodegradable</li> </ul>	RECICLAR

Fuente: EPA<sup>44</sup>, Elaboración: Pablo Daza

<sup>44</sup> EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Environmentally Preferable Purchasing (EPP): Buildings and Construction. Internet. [www.epa.gov/epp/pubs/products/construction.htm](http://www.epa.gov/epp/pubs/products/construction.htm). Acceso: 2009-12-08.

Existen insumos en el mercado que no son ecológicos, pero reúnen ciertos atributos por los cuales se los puede considerar “ambientalmente preferibles”. Según EPA, un producto ambientalmente preferible es aquel que tiene un impacto menor o reducido sobre la salud de las personas y sobre el medio ambiente comparado con productos alternativos que cumplen con el mismo propósito<sup>45</sup>.

Para diferenciar materiales ecológicos, productos ecológicos y productos ambientalmente preferibles, se puede utilizar el siguiente ejemplo ilustrativo:

- El bambú es un *material ecológico* porque es rápidamente renovable, su cultivo absorbe grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a una velocidad mayor que cualquier árbol tropical, los residuos de su manufactura son reutilizables y reciclables, no despiden sustancias tóxicas al medio ambiente, es durable, y finalmente es biodegradable.
- El parqué de bambú es un *producto ecológico* porque está hecho de un material ecológico renovable, los residuos de su manufactura son reutilizables y reciclables, es durable, y finalmente es biodegradable.
- El vidrio laminado es un *producto ambientalmente preferible* porque a pesar de mejorar la envoltura del edificio con condiciones favorables de transmisibilidad de luz, calor y ruido que ayudan a reducir el consumo de energía y a proteger a los ocupantes del ruido, éste no se puede reciclar como el vidrio convencional porque es hecho de un material heterogéneo, por lo tanto no es ecológico.

Según EPA, los productos ecológicos y ambientalmente preferibles presentan los siguientes beneficios:<sup>46</sup>

- Mejor habilidad para conseguir las metas ambientales.
- Protección de la seguridad y salud de los trabajadores.
- Reducción de riesgos en general.
- Reducción de costos para remediación de problemas de salud y para disposición final.
- Mayor disponibilidad en el mercado de productos con mejor desempeño ambiental.

---

<sup>45</sup> EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Environmentally Preferable Purchasing (EPP): Basic Information. Internet. [www.epa.gov/epp/pubs/about/about.htm](http://www.epa.gov/epp/pubs/about/about.htm). Acceso: 2009-12-09.

<sup>46</sup> Ibíd.

- *Diseñar para desmantelar*

El lograr la aptitud de desmantelamiento controlado en edificios, de tal forma que se puedan recuperar todas sus partes para ser utilizados como materia prima en nuevos procesos, es lo que se podría denominar como la práctica de diseñar para desmantelar. Para que la construcción de edificios sea cíclica como todos los procesos de la naturaleza, sus componentes deben ser diseñados y hechos de tal manera que se pueda reutilizar y reciclar la mayor parte posible para una gestión más responsable de los recursos. Generalmente esto implica el diseño de piezas prefabricadas y desmontables. Los elementos con reducida heterogeneidad de materiales en edificios también podrían ayudar a facilitar el desmantelamiento y recuperación de materiales.

- *Herramientas que asisten en la selección de insumos para la construcción*

Para ayudar a tomar una decisión acertada sobre insumos para la construcción se pueden usar diferentes herramientas que realizan el análisis del ciclo de vida para evaluar los impactos, méritos y costos de diferentes alternativas. Por ejemplo, la Tabla 2.1 puede ser utilizada como una herramienta en el análisis del ciclo de vida de un insumo para evaluar sus méritos ambientales y compararlos con los de otras alternativas. Con esta herramienta se podría conocer en una primera aproximación si el producto es ecológico o es ambientalmente deseable. Sin embargo, esta herramienta no evalúa impactos ambientales ni costos, y tampoco es posible ponderar los méritos ambientales para seleccionar el mejor insumo desde el punto de vista ambiental.

Para esto se han creado en los países desarrollados numerosos programas computacionales que realizan el análisis del ciclo de vida de insumos y de edificios enteros, ayudando a los diseñadores de edificios a comparar alternativas. Algunos programas son capaces de realizar simulaciones del consumo de energía y agua en el edificio para evaluar los costos y beneficios monetarios en un período determinado. Estos programas contienen extensas bases de datos de insumos y proveedores locales con detalles sobre especificaciones técnicas, costos y desempeño ambiental.

Preferencia Ambiental en Compras (EPP por sus siglas en inglés) es una iniciativa gubernamental de EPA en los Estados Unidos para ayudar a instituciones públicas, proveedores, compañías y consumidores a encontrar y evaluar información sobre productos y servicios ecológicos, identificar los requerimientos gubernamentales de

preferencia ambiental en el consumo, calcular el costo y beneficio de diferentes alternativas y manejar iniciativas en el área de compras con preferencia ambiental. Los servicios de EPP se extienden para la actividad de la construcción de edificios.

EPP ofrece una variedad de herramientas para la selección y evaluación de productos para la construcción. Construcción para la Sostenibilidad Ambiental y Económica (BEES por sus siglas en inglés), versión BEES 4.0, es el programa computacional que permite a los usuarios comparar el desempeño ambiental y económico de diferentes alternativas y ayuda en la selección de productos para la construcción. Este programa permite ponderar la importancia del desempeño ambiental y el económico según el criterio del usuario.<sup>47</sup>

- *Evaluación de méritos y desventajas ambientales de algunos materiales y recomendaciones de empleo en la construcción de edificios*

Los siguientes materiales de construcción tienen méritos ambientales que se deben destacar y desventajas ambientales que se tienen que prevenir.

- *Madera*

*Méritos ambientales.*- Está disponible a nivel local. Es un material renovable. Su cultivo absorbe CO<sub>2</sub>. Requiere procesos de relativamente poca energía para su cortado y secado y sus residuos son reciclados para nuevos productos (tableros aglomerados, tableros de *MDF*, etc.). Tiene múltiples usos en la construcción (encofrados, estructuras, divisiones, pisos, etc.). Es biodegradable. Reúne atributos ambientales en todo su ciclo de vida por lo que se la puede considerar como un material ecológico.

*Desventajas ambientales.*- La madera es de lenta renovación (períodos mayores a 10 años) y su demanda es muy grande por lo que su explotación suele ser más rápida que su renovación. La explotación indiscriminada de bosques para obtención de madera es causante de la deforestación y la pérdida de la biodiversidad. Aumenta el riesgo de incendios en los edificios. Los productos de madera contienen químicos de preservación y

---

<sup>47</sup> EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Environmentally Preferable Purchasing (EPP): Hand-on Tools (Building & Construction). Internet. [www.epa.gov/epp/tools/index.htm#b](http://www.epa.gov/epp/tools/index.htm#b). Acceso: 2009-12-09.

aglomerantes que emanan sustancias potencialmente peligrosas para la salud cuando son relativamente nuevos (aproximadamente 6 meses de edad).

*Recomendaciones para su empleo.*- Se deben comprar productos de madera ambientalmente preferibles para la construcción, es decir, que estén certificados por cumplir normas de manejo forestal sostenible. Para esto son muy útiles las etiquetas de manejo forestal sostenible que son visibles para el consumidor. Guardar precauciones para prevenir problemas de salud causadas las emanaciones de sustancias potencialmente peligrosas en los productos de madera<sup>48</sup>.

- *Pétreos*

*Méritos ambientales.*- Los materiales pétreos (roca, arena, piedra pómez y loess) están disponibles a nivel local y son de bajo costo. Tienen múltiples usos en la construcción (agregados para hormigón, recubrimientos de paredes y pisos, pavimentos, bloques alivianados para mampostería y para losas de hormigón, etc.). Reduce el consumo de energía para calefacción al acumular calor en las superficies de piedra y en paredes de bloque (deseable en climas fríos). Son muy durables.

*Desventajas ambientales.*- La explotación de pétreos en canteras genera la contaminación del aire con polvo, vulnerabilidad a la erosión y emisiones de CO<sub>2</sub> por la alta demanda de energía para su extracción, trituración y transporte. El corte de piedra para la fabricación de placas para recubrimientos genera mucho polvo y residuos sólidos. Los materiales pétreos generan muchos desperdicios en la construcción y son difícilmente reutilizables y reciclables, por lo que se siguen acumulando en los depósitos municipales y clandestinos.

*Recomendaciones para su empleo.*- Se deben comprar materiales pétreos para la construcción provenientes de canteras que cumplan con las regulaciones ambientales del Municipio<sup>49</sup>. Se puede reducir el uso de pétreos naturales con el uso de residuos de

---

<sup>48</sup> Para conocer sobre sustancias peligrosas liberadas por productos de madera, ver sección 2.2.6.

<sup>49</sup> Ordenanza No. 213 del Distrito Metropolitano de Quito: Sustitutiva del Título V, "Del Medio Ambiente", Libro Segundo, del Código Municipal. Ordenanza Municipal No. 213 publicada en el R.O. Edición Especial No. 4 de 10 de septiembre de 2007. Art. 11.381.13, Literal m.

demolición triturados en todas las aplicaciones posibles (bloques, hormigones de baja resistencia y sub-bases para pavimentos).

- *Cemento Pórtland*

*Méritos ambientales.*- Es disponible a nivel local y tiene múltiples usos en la construcción.

*Desventajas ambientales.*- Su producción demanda mucha energía y genera el 5% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub><sup>50</sup>, liberando también cenizas y gases de combustión hacia entorno próximo a la fábrica. Su manipulación presenta riesgos de problemas respiratorios. Debe ser desechado después de ser almacenado por más tiempo que el recomendado por el fabricante y en condiciones húmedas, generando residuos sólidos.

*Recomendaciones para su empleo.*- Reducir la cantidad de cemento en el hormigón con el uso de: cementos mezclados con puzolanas (residuos de la generación termoeléctrica con carbón o cenizas volantes de la fabricación del cemento; el cemento con puzolanas tiene la identificación IP, Tipo I Puzolánico, y es un producto ambientalmente preferible), aditivos que aumentan la resistencia del hormigón, adiciones que aumentan la resistencia del hormigón (fibras de polímeros) y agregados pétreos más resistentes.<sup>51</sup> En construcción, se debe manipular el cemento con la protección de una mascarilla. No excederse de la fecha de expiración del cemento y protegerlo de la humedad para no desecharlo.

- *Hormigón*

*Méritos ambientales.*- Es un material que si es mezclado a mano requiere de poca energía y no produce emisiones de CO<sub>2</sub>. Está disponible a nivel local. Tiene múltiples usos en la construcción. Reduce el consumo de energía para calefacción al acumular calor solar en la estructura durante el día (deseable en climas fríos). Requiere poco mantenimiento. No libera sustancias peligrosas al ambiente. Reduce el riesgo de incendios en los edificios. Es muy durable. Es un material ambientalmente preferible.

---

<sup>50</sup> Reuters. [Cement makers eye big cuts on greenhouse gases](http://www.reuters.com/article/idUSTRE54J5L420090520). Internet. www.reuters.com/article/idUSTRE54J5L420090520. Acceso: 2009-12-23.

<sup>51</sup> Kibert, op. cit., p 255.

*Desventajas ambientales.*- Se compone de recursos cuya explotación produce impactos ambientales (agua, cemento y pétreos). La demanda masiva de hormigón produce emisiones de CO<sub>2</sub> en la elaboración, transporte y colocación. Se practica poco reciclaje en el hormigón por lo que se acumulan cantidades considerables de residuos sólidos en los depósitos municipales y clandestinos.

*Recomendaciones para su empleo.*- Reducir la cantidad de hormigón en las estructuras mediante diseños arquitectónicos simplificados, eficiencia en el diseño de hormigones, optimización de los cálculos estructurales, y reducción de desperdicios en la construcción. Practicar el reciclaje del hormigón proveniente de residuos de demolición para aplicaciones diversas en la construcción. El hormigón triturado puede servir como sub-base para pavimentos o como agregado para hormigones de baja resistencia (para aplicaciones como bloques para mampostería, replantillos, aceras, etc.)<sup>52</sup>.

- *Metales*

*Méritos ambientales.*- Los metales más usados en la construcción son el hierro, aluminio y cobre. Son metales que pueden provenir totalmente de materiales reciclados y esa práctica reduce los impactos de la extracción y procesamiento de minerales. Tienen múltiples usos en la construcción (estructuras, pernos, clavos, alambre, tensores, marcos de ventanas, cubiertas, cerrajería, puertas, tuberías, cableado eléctrico, etc.). Son durables. El hierro en acero estructural (en estructuras de acero o de hormigón armado) reduce la cantidad de materiales en la estructura por su alta resistencia y también reduce el riesgo de desastres por sismos por su ductilidad. El aluminio en cubiertas refleja la radiación solar por lo que reduce la energía necesaria para enfriamiento (deseable en climas cálidos). Los residuos metálicos pierden poco valor comparados a materiales vírgenes por lo que son muy reciclables.

---

<sup>52</sup> Gabriela Pérez E. y Sebastián Almeida C.. Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición. Loja, Primer Congreso de Gestión Ambiental Urbana, 2009. p. 49-71.

EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Wastes – Resource Conservation – Reduce, Reuse, Recycle – Construction & Demolition Materials. Internet. [www.epa.gov/epawaste/conservation/rrr/imr/cdm/index.htm](http://www.epa.gov/epawaste/conservation/rrr/imr/cdm/index.htm). Acceso: 2009-12-09.

*Desventajas ambientales.*- La obtención de metales de fuentes vírgenes está relacionada a los impactos de la actividad de extracción y procesamiento de minerales (agotamiento de recursos, alto consumo de energía, emisiones de CO<sub>2</sub>, contaminación del aire y del agua, generación de residuos sólidos, efectos en la salud, conflictos del uso de suelo, etc.). La empresa de productos de acero para la construcción Acería del Ecuador C.A. (ADELCA), por ejemplo, representa cerca del 1% de la demanda nacional de energía y cerca del 4% de la demanda de energía en Quito<sup>53</sup>. El reciclaje de metales también consume cantidades considerables de energía y también genera emisiones y residuos sólidos, pero lo hace en una pequeña fracción de los efectos producidos por la extracción y procesamiento de minerales<sup>54</sup>. Las estructuras metálicas son vulnerables al fuego y aumentan el riesgo de desastres por incendios.

*Recomendaciones para su empleo.*- Se recomienda una práctica intensiva del reciclaje de metales cuyos productos sean intercambiables entre diferentes actividades como la construcción y la industria automovilística y mecánica para sumar más usos al metal reciclado. Los productos de metal 100% reciclado son ecológicos. Las estructuras metálicas deben estar aisladas con materiales resistentes al fuego para reducir riesgos de incendio.

- *Plásticos*

*Méritos ambientales.*- Algunos productos de plástico son obtenidos de materiales reciclados (mangueras, tanques). El PVC es un plástico con múltiples usos en la construcción (tuberías sanitarias, de ventilación, de instalaciones eléctricas, pisos, aislantes de cables eléctricos, puertas, ventanas, mamparas, etc.), y también el polietileno (tuberías de agua potable, tanques, cajas de revisión, pozos de revisión de alcantarillado, películas para curado de hormigón, recubrimiento de tableros de encofrado, etc.). Algunas tuberías y tanques de agua plásticos tienen aditivos en el plástico que inhiben el crecimiento de patógenos, protegiendo la salud pública. Los residuos plásticos tienen un buen valor comparados a materiales vírgenes por lo que son reciclables.

---

<sup>53</sup> Diario El Comercio. Los racionamientos continuarán mañana. Internet. [ww1.elcomercio.com/solo\\_texto\\_search.asp?id\\_noticia=210497&anio=2010&mes=1&dia=3](http://ww1.elcomercio.com/solo_texto_search.asp?id_noticia=210497&anio=2010&mes=1&dia=3). Acceso: 2010-01-07.

<sup>54</sup> Kibert, op. cit., pp. 34, 255-256.

*Desventajas ambientales.*- En el Ecuador se importa plástico y se practica poco reciclaje por las siguientes razones: es difícil separar los distintos tipos de plástico, los productos de plástico son muy heterogéneos (especialmente productos de PVC por su alto contenido de aditivos), y la mayor compañía de productos plásticos para la construcción tiene una política de calidad que excluye al reciclaje. Los plásticos no son reutilizables y son muy lentamente biodegradables por lo que contribuyen al aumento de los depósitos municipales de residuos sólidos. Los cloruros de vinilo liberados por tubería de PVC y por efluentes de industrias plásticas pueden contaminar el agua de consumo humano incrementando el riesgo de cáncer en las personas<sup>55</sup>.

*Recomendaciones para su empleo.*- En la demolición se deben recuperar los productos de polietileno y enviarlos a plantas de reciclaje. Los productos de polietileno reciclado como mangueras y tanques son productos ambientalmente preferibles para la construcción. Actualmente están surgiendo plásticos biodegradables como el ácido poliláctico (PLA por sus siglas en inglés) y los polímeros del cáñamo y del bambú, pero éstos no son adecuados para la construcción sino para el empaquetamiento de alimentos.

- *Cerámica*

*Méritos ambientales.*- Tiene múltiples usos en la construcción (ladrillos, tejas de cubierta, recubrimientos de paredes y pisos, y piezas sanitarias). No libera sustancias tóxicas. Reduce el consumo de energía para calefacción al acumular calor en las superficies con cerámica (deseable en climas fríos). Es durable. Las paredes de ladrillo son buenos aislantes térmicos y acústicos. Es un material ambientalmente preferible.

*Desventajas ambientales.*- Consume cantidades considerables de energía y produce emisiones de CO<sub>2</sub> en la cocción de la pasta arcillosa para fabricar productos de cerámica. Aumenta el peso de los edificios, aumentando la cantidad de materiales estructurales. Las paredes de ladrillo (y de bloques alivianados de hormigón) aumentan el riesgo de accidentes en sismos. Los productos de cerámica, excepto tejas, son poco reutilizables. No es reciclable. Aumenta la cantidad de residuos sólidos en los depósitos municipales.

---

<sup>55</sup> EPA – U.S. Environmental Protection Agency. [Basic Information about Vinyl Chloride in Drinking Water](http://www.epa.gov/safewater/contaminants/basicinformation/vinyl-chloride.html). Internet. [www.epa.gov/safewater/contaminants/basicinformation/vinyl-chloride.html](http://www.epa.gov/safewater/contaminants/basicinformation/vinyl-chloride.html). Acceso: 2009-09-14.

*Recomendaciones para su empleo.*- Utilizar ladrillos huecos alivianados para reducir el peso de materiales en el edificio. Mejorar la estabilidad y resistencia al esfuerzo cortante de las paredes de ladrillo para reducir el riesgo de accidentes en un sismo.

- *Asbesto/Amianto*

*Méritos ambientales.*- Su extracción es de bajo costo. Es durable, resistente, químicamente inerte y es resistente al fuego por lo que tiene varios usos en la construcción (productos de asbesto-cemento: cubiertas, baldosas y tubos para agua).

*Desventajas ambientales.*- Los productos de asbesto liberan partículas al aire que al ser inhaladas causan asbestosis, cáncer pulmonar, mesotelioma, y posiblemente la muerte.

*Recomendaciones para su empleo.*- Usar productos con materiales sustitutos del asbesto como la celulosa (una fibra orgánica sintética). Disponer los productos de asbesto siguiendo recomendaciones específicas para aislar las partículas de asbesto.<sup>56</sup>

- *Materiales tradicionales: Adobe*

*Méritos ambientales.*- Al ser hecho a mano y con materiales disponibles en abundancia en el sitio (tierra arcillosa y paja), este material no requiere de energía contaminante. Tiene múltiples usos en la construcción (paredes de mampostería o de bahareque, tapias, domos y bóvedas). Es durable. Pueden construirse edificios predominantemente de adobe denominados “buques de tierra” (del inglés *earthships*). Reduce significativamente el costo de las construcciones. Proporciona un buen aislamiento térmico y acústico. Facilita la realización de cambios en espacios ya construidos y el desmantelamiento de una edificación. Sus residuos se vuelven a mezclar con la tierra del sitio sin contaminar. Es un material ecológico.

*Desventajas ambientales.*- Su baja tecnificación en la construcción hace que aumente el riesgo de desastres por sismos y que las construcciones en adobe sean rechazadas por la mayor parte de la población. Tiene poca aplicabilidad en zonas urbanas al no poder ser

---

<sup>56</sup> Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). “Anexo III, Documento de orientación para la adopción de decisiones: Amianto”, Convenio de Rotterdam. Naciones Unidas, 1998.

empleado en edificaciones de altura. Su durabilidad es reducida con la presencia de humedad y vibraciones.

*Recomendaciones para su empleo.*- Promover la investigación local para mejorar la capacidad sismo-resistente de las construcciones de adobe y producir normas o guías técnicas de aplicación práctica. Por el momento se podrían aplicar las normas desarrolladas en otros países como Perú o Alemania, en donde se explica que, para conseguir capacidad sismo-resistente en construcciones de adobe, se debe tomar consideraciones en los siguientes aspectos<sup>57</sup>: emplazamiento de las construcciones, forma en planta, calidad de los materiales, estabilidad de las paredes, refuerzo en paredes, uniones críticas de los elementos estructurales y protección de la humedad.

- *Materiales tradicionales: Bambú*

*Méritos ambientales.*- Es rápidamente renovable y absorbe rápidamente CO<sub>2</sub> durante su crecimiento. Su cultivo trae beneficios al ciclo hidrológico. Tiene múltiples usos en la construcción (estructuras, recubrimientos de pisos, muebles, etc.). La guadúa (*Guadua angustifolia*, especie de bambú) es disponible localmente, es de bajo costo, reduce la energía de transporte y colocación al ser liviano, y puede reemplazar al acero de refuerzo de tracción en losas de hormigón por lo que reduciría los impactos ambientales del hierro y reduciría costos de construcción. El bambú es durable, no libera sustancias peligrosas y es biodegradable. Es un material ecológico.<sup>58</sup>

---

<sup>57</sup> Gernot Minke. Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. Kassel, Universidad de Kassel, 2005.

Johnny Castro P., Florian Krueger, Lucía R. Ramos C.. Manual de Construcciones Sismorresistentes en Adobe: Tecnología de Geomalla. Lima, Cooperación Alemana al Desarrollo GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit), 2009.

<sup>58</sup> Cristóbal Cobo, "Edificios de hierba". Ecuador: Tierra Incógnita, 54, diciembre, Quito, 2008.

Notas del curso de Diseño y Construcción en Caña Guadúa, Colegio de Arquitectos del Ecuador en Pichincha (CAE-Pichincha), 2009.

*Desventajas ambientales.*- Consume mucha agua durante su cultivo. La durabilidad de la guadúa es reducida por el ataque de insectos y por la descomposición. Las construcciones de guadúa tienen poco prestigio en el Ecuador debido a que son empleadas mayormente en aplicaciones denigrantes. El bambú es inflamable por lo que aumenta el riesgo de incendios en los edificios.

*Recomendaciones para su empleo.*- Desarrollar normas y guías técnicas para el empleo de la guadúa en estructuras simples o mixtas con otros materiales. Prevenir el ataque de insectos y la descomposición siguiendo normas para el corte y preservación de tallos de guadúa. Utilizar guadúa en construcciones importantes que re-valoricen su uso, como es el caso del Pabellón ZERI en Manizales, Colombia, el cual fue replicado en Expo 2000 en Hanover, Alemania<sup>59</sup>. Aprovechar eventos de capacitación relevantes disponibles localmente y en el exterior (especialmente en Colombia). En el futuro se podrán usar productos industrializados locales de guadúa como planchas y paneles que están actualmente en la etapa de investigación y desarrollo<sup>60</sup>. Recubrir las superficies de bambú con una película de material piroretardante.

- *Materiales post-consumidor*<sup>61</sup>: *Fibras vegetales*

*Méritos ambientales.*- Las fibras de espárragos, henequén y de caoba; residuos o bagazo de caña de azúcar; cáscara de maní y de coco; abacá, palma africana y bambú provienen de residuos agrícolas y, al ser de origen vegetal, son renovables. Son de bajo costo y

---

<sup>59</sup> ZERI – Zero Emissions Research and Initiatives. Case studies. Bamboo: Colombia. Internet. [www.zeri.org/case\\_studies\\_bamboo.htm](http://www.zeri.org/case_studies_bamboo.htm). Acceso: 2009-09-09.

<sup>60</sup> Miguel Romero Flores, ed., “La guadúa es la fuente de inspiración de los ecomateriales”. Actualidad científica y tecnológica del Ecuador, 1, diciembre, Quito, 2009.

<sup>61</sup> Los materiales post-consumidor son residuos de otras actividades (p.ej., domésticas, comerciales, industriales, agrícolas) que generalmente no son reciclados ni reutilizados debido a sus bajas cualidades comparadas a materia prima común. Muchos materiales post-consumidor pueden ser aprovechados en la construcción de edificios, y algunos de ellos son: fibra vegetal (residuos de actividad agrícola), botellas de vidrio (residuos del consumo de bebidas), llantas (residuos automotrices) y residuos de textiles (residuos de la industria textil o ropa usada vieja).

pueden ser reciclados en productos económicos y durables para la construcción (paneles para divisiones y aislamiento, mampuestos para paredes). Pueden también ser empleadas para generar energía de la biomasa o de biocombustibles y abastecer de energía eléctrica a áreas urbanizadas. Son biodegradables. Es un material ecológico.<sup>62</sup>

*Desventajas ambientales.*- Sus productos no son capaces de reemplazar a productos de mayor impacto como los tableros de madera ya que no se fabrican masivamente. Aumenta el riesgo de incendios. La humedad y la descomposición reducen su durabilidad.

*Recomendaciones para su empleo.*- Se debe expandir la industrialización de paneles y mampuestos de fibras vegetales. Los productos de fibras vegetales no deben colocarse en exteriores para protegerlos de la humedad y prolongar su uso.

- *Materiales post-consumidor: Botellas de vidrio*

*Méritos ambientales.*- Son recicladas y a su vez reutilizables como mampuestos para paredes de edificios. Son de bajo costo. Las paredes de este material permiten el paso de luz solar y pueden mantener un clima fresco si las botellas son llenadas con agua<sup>63</sup>. No liberan sustancias peligrosas. Sus residuos son reciclables y reutilizables. Las botellas reutilizadas en la construcción son un material ecológico.

*Desventajas ambientales.*- El vidrio requiere de cantidades importantes de energía para su obtención y reciclaje. Tiene una sola aplicación conocida para la construcción de edificios (como mampuestos para paredes). Aumenta el riesgo de accidentes por sismos.

*Recomendaciones para su empleo.*- Construir paredes usando botellas como mampuestos y unir las entre sí con cemento, adobe, estuco, mortero, arcilla, yeso o cualquier material cementante. Llenar las botellas con agua si se desea crear un espacio fresco ya que ésta absorbe buena parte de la energía térmica interior y exterior. No aplicar este método en espacios donde puedan resultar personas lastimadas en un sismo.

---

<sup>62</sup> Tania Orbe. [Emplean fibras orgánicas en construcción sostenible](http://www.scidev.net/es/latin-america-and-caribbean/news/emplean-fibras-org-nicas-en-construcci-n-sostenibl.html). Internet. [www.scidev.net/es/latin-america-and-caribbean/news/emplean-fibras-org-nicas-en-construcci-n-sostenibl.html](http://www.scidev.net/es/latin-america-and-caribbean/news/emplean-fibras-org-nicas-en-construcci-n-sostenibl.html). Acceso: 2009-09-09.

<sup>63</sup> Warren McLaren. [Recycled wine bottle building wins energy grant](http://www.treehugger.com/files/2007/03/recycled_wine_b.php). Internet. [www.treehugger.com/files/2007/03/recycled\\_wine\\_b.php](http://www.treehugger.com/files/2007/03/recycled_wine_b.php). Acceso: 2009-09-09.

- *Materiales post-consumidor: Llantas*

*Méritos ambientales.*- Son productos reutilizables para diversos usos en la construcción. Tales usos pueden ser comunes como, por ejemplo, delimitación de áreas, topes para parqueaderos, juegos para niños y obstáculos de entrenamiento. Pueden darse otros usos poco comunes como: mampuestos de muros de contención de suelo para control de erosión y derrumbes, mampuestos unidos por adobe en buques de tierra<sup>64</sup>, y llantas trituradas como agregados para hormigones de baja resistencia (en aplicaciones como veredas peatonales y replantillos) o como estabilizadores de suelo en pavimentos<sup>65</sup>. La reutilización de llantas reduce la cantidad de residuos sólidos en los depósitos y es una práctica ambientalmente preferible.

*Desventajas ambientales.*- Los usos irracionales de las llantas en la construcción presentan problemas. Por ejemplo, el sostener las láminas de la cubierta con el peso de llantas viejas causa impacto visual y no garantiza eficacia ni seguridad. Las llantas en la intemperie pueden acumular agua estancada y contribuir a la proliferación de insectos transmisores de enfermedades.

*Recomendaciones para su empleo.*- Crear orificios en las llantas para que no acumulen agua. Asegurar las cubiertas con pernos en lugar de usar el peso de las llantas. Cubrir con vegetación a los muros formados por llantas en la contención de suelo para reducir el impacto visual. Considerar el uso de hormigones con llantas trituradas por su ductilidad superior frente a hormigones simples de similar resistencia (alrededor de 200 kg/cm<sup>2</sup>)<sup>66</sup>.

- *Materiales post-consumidor: Residuos de textiles*

*Méritos ambientales.*- Las fibras textiles provenientes de residuos industriales o de ropa usada son reciclables y usadas para acolchados de alfombras y para aislantes térmicos y

---

<sup>64</sup> Diario El Comercio. Unos 'buques de tierra' para vivir sin contaminar. Internet. [ww1.elcomercio.com/solo\\_texto\\_search.asp?id\\_noticia=163662&anio=2009&mes=1&dia=31](http://ww1.elcomercio.com/solo_texto_search.asp?id_noticia=163662&anio=2009&mes=1&dia=31). Acceso: 2009-09-09.

<sup>65</sup> D.G. Snelson y otros, "Sustainable construction: Composite use of tyres and ash in concrete". Elsevier Waste Management. No. 29 (9, junio, 2008). pp. 360-367.

<sup>66</sup> Ibíd.

acústicos de divisiones. Son materiales de bajo costo y localmente disponibles. Los aislantes reciclados ayudan a ahorrar energía para climatización y protegen a los ocupantes del ruido, por lo que son productos ambientalmente preferibles.

*Desventajas ambientales.*- Pueden favorecer la acumulación de alérgicos como el polvo y los ácaros. Aumentan el riesgo de incendios en los edificios.

*Recomendaciones para su empleo.*- Aislar térmica y acústicamente a las divisiones de edificios con láminas de este material. Recubrirlas con paneles de menor inflamabilidad. Este método de aislamiento se ha observado en la Academia de las Ciencias de California, en San Francisco, donde se usaron láminas de fibras de *jeans* usados<sup>67</sup>.

### **2.2.5. Control de ruido en la operación del edificio**

Los edificios sostenibles deben minimizar los efectos negativos del ruido para asegurar un ambiente adecuado a los ocupantes durante la operación del edificio.

Se debe tomar en cuenta el uso del edificio y las actividades del mismo antes de planificar una estrategia para controlar el ruido. Bibliotecas, hospitales y asilos son las típicas edificaciones que requieren de protección contra el ruido en forma especial. Deben identificarse las actividades que puedan generar ruido dentro o alrededor del edificio (p.ej., operación de generadores de emergencia, operación de bombas, reuniones sociales, etc.) y las que requieran de poco ruido (p.ej., dormitorios, cuartos de hospitales, salas de reuniones, aulas de clase, salas de lectura, etc.).

Se debe prever, usando mapas zonificados de ruido, la posibilidad de exposición a fuentes exteriores de ruido durante la operación del edificio.<sup>68</sup> De no contar con mapas zonificados de ruido, se deben medir los niveles de ruido usando un sonómetro. Los niveles esperados de ruido proveniente del exterior deberían estar dentro de los límites

---

<sup>67</sup> Diario El Comercio. [San Francisco estrena la arquitectura verde](http://www1.elcomercio.com/solo_texto_search.asp?id_noticia=163652&anio=2009&mes=1&dia=31). Internet. ww1.elcomercio.com/solo\_texto\_search.asp?id\_noticia=163652&anio=2009&mes=1&dia=31. Acceso: 2009-09-16.

<sup>68</sup> El mapa de ruido del área urbana de Quito está disponible en la siguiente página de la Dirección Metropolitana de Medio Ambiente: [www.dmambiental.comli.com/downloads/ruido.pdf](http://www.dmambiental.comli.com/downloads/ruido.pdf)

permisibles establecidos por las normas de calidad ambiental específicas<sup>69</sup>, de otra forma se debe definitivamente considerar la elaboración de una estrategia de control de ruido.

Una vez tomada la decisión de incorporar una estrategia de control de ruido en el edificio, emplear las siguientes soluciones según su aplicabilidad:

- Organizar las actividades dentro del edificio de tal forma que las ruidosas estén lejos de las que requieran un bajo nivel de ruido.
- Instalar aislantes alrededor de aquellos espacios que requieren de bajos niveles de ruido. Para esto están disponibles ventanas con vidrio cámara o de vidrio laminado (ver Figura), y paredes dobles con aislante acústico interno (cualquier material esponjoso o espumoso).
- Obstaculizar y desviar la propagación del ruido colocando deflectores de ruido (paneles planos o curvos) en los cerramientos o en los bordes de las ventanas, o construyendo fachadas conformadas por pequeñas superficies planas en diferentes direcciones.
- Si el terreno lo permite, disipar el ruido sembrando árboles alrededor del edificio.
- Eliminar ruidos de baja intensidad persistentes y molestos corrigiendo las fallas en los sistemas de ventilación y cambiando las luminarias fluorescentes defectuosas.

**Gráfico 2.1.** Vidrio cámara (izquierda) y vidrio laminado (derecha)

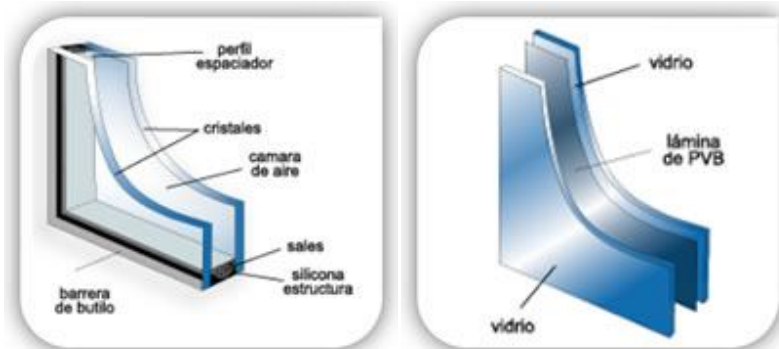


Imagen: [www.gratol.com](http://www.gratol.com). (Nota: PVB son las siglas para Polivinil Butiral)

<sup>69</sup> “Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas, fuentes móviles y para vibraciones”, Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. Decreto Ejecutivo No. 3399 publicado en el R.O. No. 725 de 16 de diciembre de 2002 y versión completa en el Decreto Ejecutivo N° 3516 publicado en el R.O. Edición Especial No. 2 de 31 de marzo del 2003.

### **2.2.6. Protección de la salud de los ocupantes**

Una de las metas de los edificios sostenibles o de alto desempeño es preservar la salud de los ocupantes para mejorar su calidad de vida y que rindan al máximo en el desarrollo de sus actividades. Esto es importante porque las personas que viven en la ciudad pasan el 90% de sus vidas dentro de edificios. La salud de los ocupantes es influenciada principalmente por la calidad del aire en el interior (IAQ<sup>70</sup> por sus siglas en inglés), pero también contribuyen factores como la limpieza en los sistemas de agua, nivel de ruido, nivel de recreación y actividad física, y la calidad de iluminación.

En ciertos casos de negocios que usan edificios sostenibles o de alto desempeño se han percibido beneficios económicos hasta 10 veces mayores a los obtenidos por ahorro de energía, simplemente gracias al mejorado rendimiento de los ocupantes<sup>71</sup>. En un conjunto de experiencias se ha comprobado que los empleados en un edificio pueden ser del 8 al 12% más productivos si se eliminan los problemas del ambiente interior (dispersión de contaminantes impulsados por los sistemas de climatización), y del 20 al 25% más productivos si se optimiza la ventilación usando un sistema natural<sup>72</sup>.

Existen más contaminantes en el aire que los que se conocen y se controlan. Los esfuerzos más importantes en minimizar estos contaminantes provienen de organizaciones federales de los Estados Unidos como EPA y la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR por sus siglas en inglés). La ATSDR es una ligación externa de EPA que sirve para informar sobre problemas ambientales relacionados a sustancias tóxicas y enfermedades. Estas organizaciones ofrecen abiertamente al público, y recientemente a la comunidad hispana específicamente, información sobre los principales contaminantes en el medio ambiente y métodos de prevención de problemas de salud.

---

<sup>70</sup> Para información relacionada a la calidad del aire interior en EPA, acceder a: [www.epa.gov/iaq](http://www.epa.gov/iaq).

<sup>71</sup> Kibert, op. cit., pp. 277-278.

<sup>72</sup> José Rodríguez Barbosa. Conferencia: Los edificios enfermos, sus causas y efectos sobre sus ocupantes, Quito, FUNIBER, 29 de octubre de 2009.

A continuación se detalla información sobre algunos contaminantes y formas de prevención para mejorar la calidad de aire del interior de edificios.

- *Contaminantes biológicos*

Los contaminantes biológicos pueden producir reacciones alérgicas o patológicas. Incluyen bacterias, hongos, virus, algas, partes de insectos y polvo de piel de personas o animales. Dadas ciertas condiciones de humedad y temperatura, las bacterias y hongos pueden proliferar dentro de los sistemas de ventilación y luego ser propulsados junto a otros contaminantes hacia las personas. Para controlar la proliferación de organismos se debe mantener la humedad relativa del aire entre 30 y 60%, lo cual también mantiene un clima confortable para las personas. Se debe mantener un flujo de aire no tan bajo para desfavorecer la acumulación de hongos y polvo.<sup>73</sup> Es recomendable solucionar rápidamente los problemas de humedad en cubiertas y paredes que provocan el crecimiento de hongos.

- *Olores*

Los malos olores son contaminantes más obvios que el ruido o la mala iluminación en el momento de afectar en las actividades de las personas. Las fuentes de mal olor son: baterías sanitarias mal ventiladas y con poca limpieza, invasión de olores provenientes de la cocina, acumulación de basura por períodos prolongados, crecimiento de hongos en áreas con problemas de humedad, y problemas en los sifones de piso. Para solucionar estos problemas se debe proveer de buena ventilación a las baterías sanitarias y cocinas, limpiar periódicamente las baterías sanitarias, despachar a tiempo la basura, solucionar los problemas de humedad, y revisar los sifones de piso para que funcionen correctamente.

- *Formaldehído*

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son compuestos que contienen carbono, son fácilmente evaporables a temperatura ambiente y están presentes en muchos productos de limpieza y mantenimiento, y en muchos materiales de construcción. El más abundante en el interior de un edificio es el aldehído fórmico, llamado también formaldehído o formol.

---

<sup>73</sup> Kibert, op. cit., p. 287.

Este COV causa irritación en los ojos y en las vías respiratorias superiores. Su olor penetrante es fácilmente perceptible a concentraciones de apenas 1ppm. El formaldehído es reconocido por EPA como un agente cancerígeno para los animales y posiblemente para las personas.<sup>74</sup>

Las concentraciones de formaldehído en el interior de los edificios son mayores que en el exterior por la presencia de impermeabilizantes, pegamentos, aislantes, tableros de aglomerado, madera contrachapada, reversos de alfombras, paneles, resinas de urea formaldehído y pinturas, que son algunos de los materiales de construcción que producen emisiones de formaldehído.

Todo proceso de combustión como el fumar y el funcionamiento de automotores y maquinarias también produce formaldehído.

Es necesario identificar los productos etiquetados por tener bajas emisiones y preferirlos para reducir el potencial riesgo de contaminación de aire interior. Adicionalmente, EPA recomienda ventilar el interior de los edificios, especialmente cuando tienen materiales nuevos que tienen mayor nivel de emisión de formaldehído. Se estima que los edificios nuevos o recién renovados requieren alrededor de 180 días para que se desvanezcan los compuestos volátiles liberados por los materiales nuevos<sup>75</sup>.

- *Radón*

El radón es un gas natural inodoro e incoloro. El uranio y torio son elementos sólidos presentes en la naturaleza que se descomponen radioactivamente en otros elementos como el radio, un elemento en estado sólido. El radio luego se descompone en gas radón el cual continúa descomponiéndose liberando radiación alfa de alta energía. La radiación de estos elementos seguirá ocurriendo indefinidamente en la naturaleza.

El problema del gas radón es que su progenie (las partículas alfa) forma compuestos en las partículas de polvo en el aire que pueden ser inhaladas por las personas. Ya dentro de los pulmones, el radón y la progenie de radón puede dañar los tejidos internos,

---

<sup>74</sup> ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Resumen de Salud Pública: Formaldehído. Internet. [www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs111.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs111.html). Acceso: 2009-09-10.

<sup>75</sup> José Rodríguez Barbosa. Conferencia: Los edificios enfermos, sus causas y efectos sobre sus ocupantes, Quito, FUNIBER, 29 de octubre de 2009.

provocando en muchos casos cáncer pulmonar. En los Estados Unidos, el gas radón es el segundo responsable de muertes por cáncer pulmonar, precedido por el tabaquismo.

El gas radón asciende hacia el edificio desde el suelo, atraviesa la cimentación y avanza hacia los pisos superiores a través de todos los intersticios del edificio. Su peso es mayor que el del aire, por lo que hay mayor concentración del contaminante en los pisos inferiores del edificio. En Quito hay riesgo de la presencia de radón en los subsuelos que son ocupados como parqueaderos.

La concentración de gas radón depende del intercambio de aire entre el edificio y el exterior. Por esto los edificios que son herméticos para conservar energía para la climatización tienen mayores concentraciones de radón en el interior.

Si la concentración de radón es mayor o igual que 4 pico curies por litro (pCi/L) de aire (obtenida por mapas de radón o por análisis del aire las plantas subterráneas de edificios cercanos o del mismo edificio), se deben tomar medidas para mitigar el problema. Se recomienda instalar tuberías de ventilación que conduzcan las emanaciones de radón desde el suelo hacia la parte alta del edificio, y también sellar las aberturas y grietas de la base del edificio para cerrar el paso desde el suelo hacia el interior.<sup>76</sup>

- *Asbesto/Amianto*<sup>77</sup>

El asbesto es el nombre dado a un grupo de minerales presentes en la naturaleza que tienen una estructura fibrosa paralela. El mineral que es conocido como asbesto blanco es

---

<sup>76</sup> ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Resumen de Salud Pública: Radón. Internet. [www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs145.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs145.html). Acceso: 2009-09-10.

Para más recomendaciones de EPA sobre cómo prevenir la exposición a gas radón en edificios, acceder a la siguiente página: [www.epa.gov/espanol/saludhispana/radon.htm](http://www.epa.gov/espanol/saludhispana/radon.htm)

<sup>77</sup> ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Resumen de Salud Pública: Asbesto (Amianto). Internet. [www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs61.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs61.html). Acceso: 2009-09-10.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). "Anexo III, Documento de orientación para la adopción de decisiones: Amianto", Convenio de Rotterdam. Naciones Unidas, 1998.

el más usado comercialmente. Según EPA, sus fibras “no tienen olor ni sabor. No se disuelven en agua ni se evaporan y resisten altas temperaturas, el fuego, y la degradación por productos químicos y biológicos”, por lo que este mineral ha sido extraído especialmente para materiales de construcción como tuberías y planchas para cubiertas. Desde que se descubrió su efecto nocivo y potencialmente fatal en las personas, muchos países prohibieron el uso de este material.

Los materiales del asbesto son deteriorados físicamente por el tiempo y la intemperie y liberan fibras que son transportadas en el aire. Las fibras de asbesto son inhaladas por las personas y se acumulan en los pulmones al no ser solubles en agua. Las fibras de asbesto son parcialmente eliminadas a través de la secreción de mucosidad de los pulmones, pero parte de las fibras llega muy profundo dentro de los pulmones y tardan años en salir o no salen jamás. La inhalación de fibras de asbesto es causante de fibrosis pulmonar (asbestosis), mesotelioma pulmonar (tumor maligno), cáncer de pulmón y posiblemente cáncer en el estómago y esófago. Puede provocar la muerte. El asbesto ha sido clasificado como un agente cancerígeno, como se indica en el Anexo III del Convenio de Rotterdam<sup>78</sup>.

Existen muchas edificaciones que aún contienen partes de asbesto que ponen en riesgo a las personas. Las concentraciones de fibras en el aire en las ciudades son generalmente 10 veces mayor que en zonas rurales. El grado de exposición en edificios es peor cuando se realizan operaciones de mantenimiento y reparación de las partes deterioradas que contienen asbesto. Estas operaciones deben ser realizadas muy cuidadosamente y por profesionales en esta actividad. A veces es mejor dejar intacto un material de asbesto viejo que perturbarlo y liberar peligrosamente millones de fibras al aire. Se recomienda que antes de demoler o renovar un edificio viejo se identifiquen las fuentes de asbesto y se dispongan controlando la liberación de fibras cuidadosamente, según las recomendaciones internacionales.

---

<sup>78</sup> El Ecuador suscribió el Convenio de Rotterdam referente al "Procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Aplicable a Ciertos Plaguicidas y Productos Químicos Peligrosos Objeto del Comercio Internacional", el 11 de septiembre de 1998. Fuente: MMRREE - Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración del Ecuador. Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable: La Gestión de las Sustancias Tóxicas. Internet. [www.mmrree.gov.ec/pol\\_exterior/ambiente\\_sust\\_tox.asp](http://www.mmrree.gov.ec/pol_exterior/ambiente_sust_tox.asp). Acceso: 2009-12-16.

- *Creosota*<sup>79</sup>

La creosota de alquitrán de hulla es el químico más utilizado para la preservación de la madera para la construcción. Es subproducto de la manufactura de coque o gas natural y es una mezcla de tantas como hasta 10 000 sustancias químicas. La creosota de alquitrán de hulla es un líquido aceitoso, espeso, de color ámbar a negro y con olor a humo. Se libera al agua y suelo debido a las aguas residuales de plantas de tratamiento de maderas. Del 1 al 2% de la creosota aplicada en maderas tratadas es liberada por volatilidad de algunos componentes. EPA reconoce a la creosota de alquitrán de hulla como un residuo peligroso, un plaguicida restringido y un probable cancerígeno para los seres humanos.

Las personas pueden estar expuestas fácilmente mediante inhalación, pero también pueden exponerse mediante ingestión de agua o alimentos contaminados y mediante contacto con la piel. Hay exposición a niveles importantes al tratar madera. También se puede estar expuesto al vivir dentro de edificaciones de madera tratada o al manipular madera tratada para cerramientos, postes, paisajismo, etc. Según la ATSDR, la alta exposición por tratar madera puede provocar “irritación de la piel, quemaduras químicas en los ojos, convulsiones y confusión mental, problemas del riñón o el hígado, pérdida del conocimiento o aun la muerte”. La exposición baja pero de larga duración, como por ejemplo ocupantes de edificaciones de madera tratada, pueden experimentar “aumento de la sensibilidad a la luz, daño a la córnea y daño a la piel, tal como enrojecimiento, ampollas o peladuras”. Efectos más severos como el cáncer de piel y de escroto ha sido evidenciado en trabajadores que trabajan tratando madera. Se han encontrado casos en que compuestos de la creosota han llegado a los fetos y a la leche materna de mujeres embarazadas expuestas.

La creosota sólo debe ser usada por personal certificado y con las precauciones debidas para prevenir el contacto con la piel y la inhalación de compuestos volátiles. Se debe evitar usar madera tratada con creosota en juegos para niños y en terrazas de madera. No existen límites para concentraciones de compuestos volátiles de creosota en

---

<sup>79</sup> ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. [Resumen de Salud Pública: Creosota de madera, creosota de alquitrán de hulla y alquitrán de hulla.](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs85.html) Internet. [www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs85.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs85.html). Acceso: 2009-09-10.

construcciones de madera, pero se recomienda no usar creosota para tratar la madera del interior sino solamente para tratar pilotes de madera para cimentación, si se da el caso.

- *Plomo*<sup>80</sup>

El plomo es un metal pesado, moldeable, color gris azulado y está en la naturaleza en forma de compuestos de plomo. Las actividades humanas han hecho que la concentración de plomo en el ambiente sea mucho mayor por la manufactura de plomo para usos como pigmentos en pinturas, barnices para cerámicas y en materiales de relleno. Además, la combustión de gasolina que contiene tetraetilo de plomo para elevar el octanaje es la causa más común de contaminación del aire con plomo. A pesar de que la prohibición de su uso en la gasolina tiene más de una década, en Quito se siguen encontrando rastros de plomo en parqueaderos de edificios y hasta en alimentos que se expenden en las calles<sup>81</sup>. Según la Fundación Contra el Ruido, Airecontaminantes y Tabaquismo (FUNCORAT), el plomo es uno de los contaminantes que más se concentra en los estacionamientos cerrados, encontrándose concentraciones de hasta 15mg de plomo por litro de aire, tres veces más del límite máximo recomendado<sup>82</sup>.

El plomo entra en el cuerpo por inhalación del aire contaminado o a través de la piel cuando las manos tocan un pasamano o una pared de un parqueadero con plomo adherido a ellos. Los desprendimientos de pintura con plomo de edificios viejos pueden estar presentes en el polvo del aire y pueden ser inhalados por las personas. El agua que corre por tubería de plomo en edificios antiguos también contiene plomo y podría ser ingerida por las personas. De esta forma el plomo se acumula en el cuerpo y produce problemas en el sistema nervioso, intoxicación, daños cerebrales y hasta la muerte, siendo un metal probablemente cancerígeno.

---

<sup>80</sup> ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Resumen de Salud Pública: Plomo. Internet. [www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs13.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html). Acceso: 2009-09-10.

<sup>81</sup> María Gabriela Jaramillo Galarza. Determinación de plomo en chocho que se expende en la vía pública por espectrofotometría de absorción atómica. Quito, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2005.

<sup>82</sup> Diario El Comercio. Los parqueos se saturan de gases. Internet. [ww1.elcomercio.com/noticiaEC.asp?id\\_noticia=302918&id\\_seccion=8](http://ww1.elcomercio.com/noticiaEC.asp?id_noticia=302918&id_seccion=8). Acceso: 2009-09-11.

Para evitar exposición a niveles peligrosos de plomo en edificios se recomienda ventilar los estacionamientos y controlar los desprendimientos de pinturas viejas con plomo. Los edificios nuevos no deberían construirse sin prever un sistema de evacuación de productos de combustión en autos, no solo por el plomo, sino por otros productos peligrosos. Los procesos de renovación y demolición de edificios con pinturas con plomo o con barnices de cerámica con plomo deben ser realizados conscientemente y con mucho cuidado para no liberar partículas con plomo al aire.

- *Productos de combustión incompleta*

La combustión incompleta que ocurre en autos, calefactores de kerosén, chimeneas mal hechas, tabaquismo, cocinas (de gas, leña, o carbón), y en generadores de energía eléctrica para emergencias produce sustancias que pueden afectar a la salud de las personas. En Quito hay pocas precauciones respecto a los gases de combustión en el interior de parqueaderos subterráneos, siendo los trabajadores de estos estacionamientos los más afectados.<sup>83</sup>

Los productos de la combustión incompleta son el dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y partículas de combustión.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es inofensivo para las personas porque de hecho es producto de su respiración, pero resulta incómodo y sofocante a elevada concentración en el aire. El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) son gases de olor fuerte y producen dolores en el pecho, irritación de las membranas mucosas y síntomas pulmonares. Las partículas de combustión son especialmente producto de la combustión del diesel. Provocan irritación en el interior de los pulmones causando síntomas pulmonares. Mientras menor es el tamaño de las partículas, más profundo entran a los pulmones y peores son las consecuencias. Éstas acarrean a otros contaminantes que causan efectos físicos y químicos en los pulmones.<sup>84</sup>

El monóxido de carbono (CO) es un gas no se puede ver ni oler. Provoca envenenamiento y puede producir la muerte si hay exposición prolongada aun en

---

<sup>83</sup> ibíd.

<sup>84</sup> Kibert, op. cit., pp. 286-287.

concentraciones moderadas. El gas se concentra en la sangre impidiendo el transporte de suficiente oxígeno a las células del cuerpo. El envenenamiento con CO se manifiesta con agotamiento, mareos, náusea, confusión y descoordinación. Algunos síntomas pueden asemejarse a los de la gripe y desaparecen una vez que se abandona el interior contaminado del edificio. Las personas expuestas a altos niveles de CO, como por ejemplo en estacionamientos subterráneos cerrados, pueden experimentar problemas de visión, dificultad en el trabajo y aprendizaje, descoordinación manual y dificultad en el cumplimiento de tareas complejas.<sup>85</sup>

Para evitar la concentración de estos gases peligrosos en el interior de los edificios se recomienda reparar cualquier problema que esté produciendo combustión incompleta en cocinas, calefones, etc. También se recomienda diseñar estacionamientos bien aireados optimizando la ventilación pasiva. FUNCORAT recomienda la instalación de extractores y filtros de aire en las áreas de mayor concentración de gases de combustión en estacionamientos de edificios existentes<sup>86</sup>. El personal que trabaja en estacionamientos debe impedir que los autos mantengan encendidos sus motores durante un estancamiento de tráfico para proteger sus vidas y la salud de los usuarios. Se recomienda además que los parqueaderos provean a los usuarios de una ruta de salida rápida para exponerlos el menor tiempo posible a gases peligrosos.

### **2.2.7. Otras características**

Los edificios sostenibles pueden contar con otros componentes que complementen a las características anteriores. Estos componentes pueden ser, entre otros:

- *Sistemas de “edificios inteligentes”*

Estos sistemas pueden controlar y monitorear todos los sistemas de un edificio moderno: eléctricos, seguridad, ventilación, comunicaciones, elevadores, protección contra incendios, agua, iluminación, riego, baños, etc. Estos sistemas son cada vez más

---

<sup>85</sup> EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Carbon Monoxide: Health and Environmental Impacts of CO. Internet. [www.epa.gov/air/urbanair/co/hlth1.html](http://www.epa.gov/air/urbanair/co/hlth1.html). Acceso: 2009-09-14.

<sup>86</sup> Diario El Comercio. Los parqueos se saturan de gases. Internet. [ww1.elcomercio.com/noticiaEC.asp?id\\_noticia=302918&id\\_seccion=8](http://ww1.elcomercio.com/noticiaEC.asp?id_noticia=302918&id_seccion=8). Acceso: 2009-09-11.

complejos y sofisticados para que los edificios respondan dinámicamente a los cambios de circunstancias ambientales dentro y fuera del edificio. Éstos son capaces de optimizar el consumo de energía y agua, y también de manejar la calidad de aire interior según las condiciones de humedad, temperatura y concentración de contaminantes.<sup>87</sup>

- *Señalización*

Los edificios deben contar con una clara y completa señalización para indicar: espacios y equipamiento en edificios, prevención de accidentes, orden del tránsito de vehículos y personas, comportamiento ambiental de ciertos elementos (etiquetas ecológicas), rutas de salida de emergencia, sistemas de protección contra incendios, recomendaciones para la convivencia comunal, recomendaciones sobre salud pública, etc. La señalización de un edificio puede contribuir a que la vida dentro de él sea más cómoda, segura y saludable.

- *Concientización ambiental*

Los edificios pueden inducir conciencia ambiental en los ocupantes poniendo a disposición espacios de contacto con la naturaleza, imágenes de parajes naturales, fichas de información rápida sobre ecología, histogramas visibles del consumo de energía y agua del edificio, contenedores para separar basura, y cualquier elemento que grabe un mensaje en las personas a manera de “propaganda ambiental” simbólica.

- *Comodidades para personas con limitaciones físicas*

Esta medida consiste en promover la equidad social y el respeto de los cuales depende el desarrollo sostenible mediante el ofrecimiento de comodidades para mujeres embarazadas, personas con discapacidad y personas de la tercera edad. Tales comodidades son espacios de parqueo con preferencia, rampas, rótulos que recomienden dar preferencia en ascensores y ofrecimiento de transporte interno (p.ej., sillas de ruedas).

---

<sup>87</sup> Revista Líderes. Ahora las construcciones tienen el espíritu ‘verde’. Internet. [www.revistalideres.ec/Generales/solo\\_texto.aspx?gn3articleID=9993](http://www.revistalideres.ec/Generales/solo_texto.aspx?gn3articleID=9993). Acceso: 2009-09-14. Kibert, op. cit., pp. 200-201.

- *Facilidades para transporte con cero emisiones*

Hacer un entorno urbano amigable para ciclistas y peatones tiene ventajas como la reducción de emisiones de automóviles, reducción del tráfico vehicular, mejoramiento del estado físico de las personas, incentivo para una convivencia pacífica entre ciudadanos, reducción del ruido, etc., por lo que el Plan Maestro de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) incluye una red de ciclo-vías<sup>88</sup>. Los edificios sostenibles deben fomentar estas formas de transporte de cero emisiones al colocar senderos amplios y seguros para peatones, ciclo-vías, buena señalización de tránsito y estacionamientos para bicicletas.

- *Separación de basura*

Según las regulaciones municipales de Quito, toda persona domiciliada o que transita dentro del DMQ “debe realizar la separación en la fuente de los residuos biodegradables (orgánicos) de los no biodegradables (inorgánicos)”<sup>89</sup>. Los edificios sostenibles pueden estar equipados para facilitar la separación de la basura en la fuente para el reciclaje y así reducir el volumen de los depósitos de residuos sólidos. La separación de la basura se realiza mediante contenedores señalizados para cada tipo de residuo y, en edificios altos, ductos de basura separados y señalizados. La configuración del edificio debe facilitar el traslado de los residuos separados hacia donde serán recolectados y llevados a plantas de reciclaje y de compostaje.

- *Protección contra incendios*

Según el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, los edificios son vulnerables a los incendios por las siguientes causas: cortocircuitos en el sistema eléctrico, fugas de gas, fallas en equipos eléctricos como sistemas de calefacción, ignición de materiales inflamables por parte de velas encendidas, acumulación de basura

---

<sup>88</sup> Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Plan Maestro de Movilidad. Internet. [www.quito.gov.ec/plan\\_bicentenario/pmmovilidad.htm](http://www.quito.gov.ec/plan_bicentenario/pmmovilidad.htm). Acceso: 2009-09-14.

<sup>89</sup> Ordenanza No. 213 del Distrito Metropolitano de Quito: Sustitutiva del Título V, "Del Medio Ambiente", Libro Segundo, del Código Municipal. Ordenanza Municipal No. 213 publicada en el R.O. Edición Especial No. 4 de 10 de septiembre de 2007. Art. 11.341.

inflamable, etc. El Cuerpo de Bomberos del DMQ recomienda las siguientes medidas para prevenir incendios en los edificios:<sup>90</sup>

- Acoger las indicaciones emitidas por la Ley de Defensa Contra Incendios y su Reglamento.
- Identificar lugares con probabilidad de originar incendios para aplicar medidas de control y prevención.
- Prohibir el consumo de cigarrillos en el interior de las edificaciones.
- Impedir la acumulación de basura.
- Generar planes de mantenimiento de equipos, sistemas y maquinarias para evitar posibles fallas eléctricas que puedan iniciar un incendio.
- Informarse en el tema de control y prevención de incendios. Realizar simulacros de emergencia.

Para poder controlar los incendios y mejorar la probabilidad de supervivencia de los ocupantes se deben equipar las instalaciones con extintores que estén correctamente identificados (según el tipo de incendio que puede extinguir) y con mantenimiento al día, redes de agua contra incendios, tomas siamesas, mangueras, hachas, detectores de humo, alarmas de emergencia y demás dispositivos para protección contra incendios.

- *Planes de contingencias*

Un plan de contingencias sirve para manejar cualquier evento de emergencia que pueda poner en peligro a los ocupantes como, por ejemplo, incendios, sismos, erupciones volcánicas, caída de ceniza, cortes de electricidad, y otros. Éste debe contener las medidas de emergencia (durante el evento) y también definir los materiales, recursos y personas requeridas para su ejecución. Esta característica debe apoyarse en simulacros de escape, entrenamiento para situaciones de emergencia, rutas de escape, mapas de rutas de emergencia, alarmas de emergencia, carteleras informativas y señalización.

---

<sup>90</sup> Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito. Incendios Estructurales. Internet. [www.bomberosquito.gov.ec/bomberos/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=26&Itemid=38](http://www.bomberosquito.gov.ec/bomberos/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=26&Itemid=38). Acceso: 2009-12-13.

## CAPÍTULO 3: CERTIFICACIÓN AMBIENTAL DE EDIFICIOS

### 3.1 Rol de la certificación ambiental de edificios

La certificación ambiental de edificios es un método o una herramienta para que los proyectos de edificios cumplan con requerimientos mínimos de diseño, desempeño ambiental y factibilidad económica. Según Charles Kibert, la certificación ambiental de edificios evalúa y entrega una distinción a un edificio por su desempeño en las etapas de diseño, construcción y ocupación respecto a sus impactos ambientales, consumo de recursos y salud de los ocupantes<sup>1</sup>. Según Grace Ding, la certificación ambiental de edificios “por un lado, provee de una base metodológica para medir y monitorear el desempeño ambiental de edificios y por otro lado alerta a la industria de la construcción de la importancia del desarrollo sostenible en el proceso de construcción”<sup>2</sup>.

El rol de la certificación ambiental de edificios es contribuir a la sostenibilidad de las ciudades promoviendo la aplicación de buenas prácticas ambientales en el ciclo de vida de los edificios de una manera económicamente factible. Para ello, la certificación ambiental de edificios debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Definir cuidadosamente los criterios de evaluación en base a los siete principios de la construcción sostenible y cómo medirlos, estableciendo una ponderación para cada criterio según las prioridades ambientales locales y globales, y apoyándose en la normativa ambiental disponible para especificar requerimientos.
- Aplicar una metodología de evaluación cualitativa y cuantitativa de fácil aplicación como, por ejemplo, las listas de chequeo.
- Evaluar con transparencia y entregar puntos al edificio según los méritos que haya reunido en cada etapa (diseño, construcción y operación).
- Certificar la sostenibilidad de un edificio según el puntaje que haya acumulado.
- Fortalecerse con la colaboración multisectorial e internacional para su implementación.

---

<sup>1</sup> Charles J. Kibert. Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. New Jersey, John Wiley & Sons, 2a edición, 2008. p. 55.

<sup>2</sup> Grace K.C. Ding. “Sustainable Construction - The role of environmental assessment tools”. Journal of Environmental Management. No. 86, Sydney, 2008. pp. 463.

- Funcionar como una guía de diseño o de adecuación para edificios de cualquier uso, sean nuevos o existentes.
- Ser lo suficientemente simple y flexible para tener aceptación en el sector de la construcción. Esto incluye la posibilidad de apelar sobre el resultado de la evaluación.
- Tener la capacidad de actualizar los criterios de evaluación según los avances tecnológicos y del conocimiento.

Según el Centro de Investigación en Construcción (BRE por sus siglas en inglés), organización del Reino Unido dedicada a la construcción sostenible, los beneficios que ofrece la certificación ambiental de edificios son<sup>3</sup>:

- Reconocimiento del mercado por edificios de bajo impacto ambiental.
- Garantía de que las mejores prácticas ambientales son incorporadas en el edificio.
- Inspira a encontrar soluciones innovadoras para minimizar el impacto ambiental.
- Servir como un modelo a seguir que supera los requerimientos de las regulaciones obligatorias.
- Es una herramienta que ayuda a reducir los costos de operación y a mejorar los ambientes de trabajo y de vida.
- Es una norma que demuestra el progreso que tienen empresas y organizaciones hacia sus objetivos ambientales.

Los sistemas de certificación ambiental de edificios son recientes y tienen limitaciones que se deben superar. Según Ding, algunas de estas limitaciones son las siguientes:<sup>4</sup>

- La mayoría de sistemas son dirigidos casi exclusivamente a proyectos de edificios nuevos por lo que no contribuyen al mejoramiento de edificios existentes.
- Las acciones que exigen ciertos sistemas para la adecuación de edificios existentes son poco realizables o poco factibles económicamente.
- La evaluación realizada por estos sistemas se aplica a diseños terminados y no a las etapas más tempranas del proceso de diseño. Esto hace que se incorporen elementos sostenibles a diseños completos solamente para cumplir con los estándares de la certificación y al hacer esto se incrementan los costos del proyecto.

---

<sup>3</sup> BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method. [What is BREEAM?](http://www.breeam.org/page.jsp?id=66). Internet. www.breeam.org/page.jsp?id=66. Acceso: 2009-12-14.

<sup>4</sup> Ding, op. cit., pp.451-464.

- Varios sistemas, algunos de gran reconocimiento, ignoran el desempeño financiero y social de los edificios que de hecho son aspectos altamente ligados a cuestiones de sostenibilidad de los asentamientos humanos.
- Las variaciones regionales de desarrollo industrial y de estructura jurídica dificultan la creación de una certificación ambiental de edificios que funcione a nivel internacional.
- Algunos sistemas son muy complejos y engorrosos de usar porque intentan abarcar un gran número de problemas ambientales.
- La certificación ambiental de edificios sigue un patrón basado en el mercado donde los edificios con mayor cantidad de características sostenibles ganan mejor puntuación, pero a veces dejan atrás otras cuestiones ambientales de gran importancia.
- Los sistemas no han conseguido ponderar los criterios de evaluación en función de las prioridades ambientales en el contexto local y global.
- Las escalas de evaluación varían entre cada sistema de certificación ambiental de edificios por lo que no se puede comparar el desempeño de edificios de diferentes países haciendo transformaciones en los puntajes ganados. Esto dificulta la aplicación del *benchmarking* en la construcción de edificios sostenibles.

La meta final en esta área es el obtener un sistema de certificación ambiental de edificios que aborde todos los problemas de sostenibilidad (ambiente, sociedad y economía), que sea fácil de manejar y cuyo uso pueda generalizarse en todo el mundo.

### **3.2 Descripción general de los sistemas existentes de certificación**

Internacionalmente existen muchos sistemas de certificación ambiental de edificios. Algunos son normados por los gobiernos y otros son voluntarios, todos con la intención de reconocer públicamente los esfuerzos en el mejoramiento del desempeño ambiental de los edificios. Cada uno tiene sus propios criterios y escalas de evaluación. Estos sistemas datan del año 1988 y están en constante actualización.

Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (LEED por sus siglas en inglés) es el sistema de certificación que más se ha discutido por profesionales en el Ecuador y por lo tanto el que más precisa de un análisis profundo. Esto se debe a la importante influencia que Estados Unidos está ejerciendo sobre el continente americano, dando como resultado la generalización en el uso de este estándar en países como Argentina, Brasil, México y Colombia, posiblemente por la simplicidad de aplicación y por la variedad de problemas ambientales que abarca LEED. En el Ecuador se han observado intentos de compañías

de consultoría y gestión de proyectos sostenibles en aplicar LEED en edificios locales, mención del sistema de certificación en la prensa local y, finalmente, la construcción misma de la terminal aeroportuaria de la Isla Baltra, Galápagos, que consistiría en el primer edificio con certificación LEED del país<sup>5</sup>. Por estas razones, se resumirán brevemente los sistemas más reconocidos de certificación ambiental de edificios y más adelante se entregará información más detallada sobre el sistema LEED.

A continuación se presenta una descripción rápida de los sistemas de certificación ambiental de edificios más destacados (aparte de LEED):

- *BREEAM*<sup>6</sup>

El Método de Certificación Ambiental del Centro de Investigación en Construcción (BREEAM por sus siglas en inglés) se originó en el Reino Unido en el año 1988 con el esfuerzo de BRE. Este fue el primer sistema de certificación ambiental de edificios. Ha sido el sistema de mayor éxito hasta la aparición de LEED y ha sido adoptado en Canadá y en países de Europa y Asia. La organización *BRE Global*, una extensión internacional de BRE, ofrece capacitación, consultoría y certificación de profesionales y de edificios para el Reino Unido y países de todo el mundo, afirmando que BREEAM puede adaptarse en cada territorio teniendo consideraciones en:

- Categorías de problemas ambientales.
- Ponderación de cada categoría según las prioridades ambientales.
- Particularidades de prácticas constructivas, productos y materiales.
- Referencias a normativas regionales, estándares y guías de prácticas ejemplares.

BREEAM cubre edificios nuevos y existentes para uso en oficinas, supermercados y centros comerciales, casas nuevas y pequeños edificios industriales, teniendo una versión

---

<sup>5</sup> Corporación América. Galápagos: The First Green Airport. Internet. [www.corporacionamerica.aero/galapagos.html](http://www.corporacionamerica.aero/galapagos.html). Acceso: 2009-12-14.

<sup>6</sup> BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method. BREEAM: The Environmental Assessment Method for Buildings Around the World. Internet. [www.breeam.org](http://www.breeam.org). Acceso: 2009-12-14.

Kibert, op. cit., pp. 65-66.

de certificación para cada uno de estos tipos de edificios. Se acreditan puntos según el desempeño del edificio en cada una de las siguientes áreas: gestión, uso de energía, salud y bienestar, polución, transporte, uso del suelo, ecología, materiales y agua. La escala de evaluación consiste en los niveles Pasable, Bueno, Muy Bueno o Excelente.

- *CASBEE*<sup>7</sup>

El Sistema de Evaluación Integral para la Eficiencia Ambiental de Edificios (CASBEE por sus siglas en inglés) inició su desarrollo en Japón en el año 2001 y aún no ha sido concluido. Es un proyecto del Consorcio Japonés de Construcciones Sostenibles, una cooperación entre el gobierno y el sector de la construcción. CASBEE es un grupo de herramientas de evaluación diseñadas específicamente para las condiciones culturales, sociales y políticas de Japón y Asia. El concepto de Eficiencia Ambiental de Edificios (BEE por sus siglas en inglés) se basa en el concepto de eco-eficiencia del Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD por sus siglas en inglés), pero aplicado a edificios.

Tiene cuatro herramientas de evaluación aplicables a cada fase de un proyecto: planeación y diseño preliminar (CASBEE para pre-diseño, CASBEE-PD), diseño definitivo y construcción (CASBEE para edificios nuevos, CASBEE-NC), operación (CASBEE para edificios existentes, CASBEE-EB) y renovación (CASBEE para renovación de edificios, CASBEE-RN). Los proyectos certificados con CASBEE suelen tener puntuaciones entre 0,5 y 3, y según su calificación corresponde a una clase: S, A, B+, B- y C.

Otras versiones de CASBEE se han desarrollado para efecto de isla de calor, urbanizaciones, área urbana y edificios, y casas aisladas.

- *GBTTool / SBTTool*<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> JSBC - Japan Sustainable Building Consortium y JaGBC - Japan Green Building Council. CASBEE. Internet. [www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm). Acceso: 2009-12-14.  
Kibert, op. cit., pp. 66-67.

<sup>8</sup> IISBE – International Initiative for a Sustainable Built Environment. About iiSBE. Internet. [www.iisbe.org](http://www.iisbe.org). Acceso: 2009-12-14.  
Ding, op. cit., p. 454.  
Kibert, op. cit., pp. 68-69.

La conferencia Desafío de Construcción Sostenible (SBC por sus siglas en inglés) se lleva a cabo cada dos años en diferentes partes del mundo desde 1996. Cuando la conferencia se denominaba *Green Building Challenge* (GBC, por lo cual cambió su nombre a *Sustainable Building Challenge* para no confundir las siglas de *Green Building Council*), se desarrolló una sofisticada hoja de cálculo en el programa *MS Excel* con la participación de grupos de más de 15 países y la llamaron *GBTool*. Ahora el programa es conocido como *SBTool* y funciona como una herramienta completa y compleja para evaluar el desempeño de edificios con la capacidad de realizar modificaciones para adaptarlo a la realidad local. El programa está en constante actualización y puede ser descargado libremente en la página de Iniciativa Internacional por un Entorno Urbano Sostenible (IISBE por sus siglas en inglés), responsable por la organización de la conferencia SBC.

*GBTool*, o bien *SBTool*, evalúa a edificios en las siguientes categorías: Consumo de Recursos, Cargas Ambientales, Calidad Ambiental Interior, Calidad del Servicio, Economía, Gestión, y Transporte Diario. Éste no entrega una distinción a un edificio por sus méritos ambientales por lo que no es exactamente un sistema de certificación.

- *Green Globes*<sup>9</sup>

*Green Globes* es un sistema de evaluación desarrollada desde 1999 por *The Green Building Initiative, Inc.* (GBI) en Canadá. El sistema está siendo adoptado en los Estados Unidos como alternativa de LEED. Los estándares de GBI están pasando a ser estándares oficiales del Instituto Americano de Estándares Nacionales (ANSI por sus siglas en inglés). Se basa en cuestionarios que guían todo el proceso de diseño de un proyecto inscrito al proceso de certificación por Internet. Las respuestas de los cuestionarios son verificadas en sitio por un Verificador Autorizado de GBI.

Existe una herramienta específica para diseño de edificios nuevos o de renovaciones significativas, manejo y operación de edificios existentes, manejo de emergencias en edificios, edificios inteligentes, y remodelaciones. En edificios nuevos, *Green Globes* realiza la evaluación ponderada en las categorías de Gestión del Proyecto (5%), Sitio (11,5%), Energía (36%), Agua (10%), Recursos (10%); Emisiones, Efluentes y Otros

---

<sup>9</sup> Green Globes. [Building Environmental Assessments](http://www.greenglobes.com). Internet. [www.greenglobes.com](http://www.greenglobes.com). Acceso: 2009-12-14.

Kibert, op. cit., pp. 62-65.

Impactos (7,5%); y Ambiente Interior (20%), otorgando un máximo de 1000 puntos (100%). GBI otorga de uno a cuatro “globos verdes” según la proporción de puntos ganados: de 35 a 54%, un globo; de 55 a 69%, dos globos; de 70 a 84%, tres globos; y de 85 a 100%, cuatro globos.

- *Green Star*<sup>10</sup>

*Green Star* es el nuevo sistema de certificación de Australia desarrollada por el sector privado de la construcción australiana. Está basado en sistemas internacionales como BREEAM y LEED. *Green Star* inició certificando a edificios nuevos de oficinas solamente, pero en el año 2009 se han desarrollado nuevas herramientas de certificación para complejos residenciales, edificios de salud, supermercados y centros comerciales, y edificios educativos. Las herramientas que están en desarrollo certificarán a otros tipos de edificios como edificios industriales, edificios de uso mixto, edificios existentes de oficinas y centros de convenciones.

Las categorías de evaluación de *Green Star* para edificios de oficinas son: Gestión, Calidad Ambiental Interior, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Uso del Suelo y Ecología, Emisiones e Innovación. Estas categorías se evalúan en la etapa de diseño y después de la construcción (*as built*). *Green Star* otorga un máximo de 132 puntos para edificios de oficinas. Según los méritos del proyecto se otorgan de 0 a 6 “estrellas verdes”.

### **3.3 Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental, LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)**

#### **3.3.1 Descripción general de LEED<sup>11</sup>**

El sistema Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (LEED por sus siglas en inglés) fue desarrollado por USGBC entre los años de 1994 y 1998. Esta herramienta es voluntaria, basada en mercado y no es impuesta por regulaciones. Se basa en una

---

<sup>10</sup> GBCA – Green Building Council of Australia. [Green Building Council of Australia](http://www.gbca.org.au). Internet. www.gbca.org.au. Acceso: 2009-12-14.

Ding, op. cit., p. 455.

Kibert, op. cit., pp. 67-68.

<sup>11</sup> USGBC - U.S. Green Building Council. [U.S. Green Building Council](http://www.usgbc.org). Internet. www.usgbc.org. Acceso: 2009-12-15.

evaluación por listas de chequeo. LEED es creada por comités de USGBC, una organización no gubernamental donde trabajan colaboradores del sector de la construcción, instituciones educativas y el gobierno. El objetivo de USGBC con LEED es “identificar e implementar soluciones prácticas y medibles de diseño, construcción operación y mantenimiento de edificios sostenibles.”

LEED comenzó con estándares exclusivamente para edificios nuevos, pero la aceptación de LEED en los Estados Unidos hizo que USGBC expanda su familia de estándares hacia los siguientes tipos de proyectos: edificios existentes, escuelas, interiores de edificios comerciales, y elementos base del edificio (estructura, sistemas de climatización, envoltura), para cada uno de los cuales varían los criterios de evaluación contenidos en sus respectivas listas de chequeo LEED. Los proyectos piloto de certificación LEED más recientes incluyen edificios de salud, supermercados y centros comerciales, remodelaciones en centros comerciales, escuelas existentes y urbanizaciones. Según los méritos de los proyectos candidatos, sea cual haya sido el estándar LEED aplicado, USGBC otorga certificaciones LEED con valoraciones de Certificado, Plata, Oro o Platino.

LEED es el sistema de evaluación con mayor aceptación y prestigio en los Estados Unidos. Desde sus orígenes en 1994, LEED ha sufrido cambios sustanciales en la metodología y en los criterios de evaluación. Han existido ya cuatro versiones de LEED (1.0, 2.0, 2.1, 2.2) y la más reciente es la versión número 3 (LEED v3), lanzada en abril de 2009. LEED v3 se compone de tres partes: actualización de todos los estándares LEED hasta el año 2009, un sistema de certificación en línea y un modelo de certificación basada en estándares ISO.

Posteriormente se describirá el estándar LEED del año 2009 para edificios nuevos, componente de LEED v3, a fin de explicar el método de aplicación del estándar para edificios nuevos el cual es muy similar al método para otros tipos de proyectos. De esta manera se obtendrán conocimientos básicos que ayudarán a aplicar estándares LEED para cualquier tipo de proyectos para los cuales exista una certificación LEED específica.

### 3.3.2 Guía de aplicación del estándar LEED para edificios nuevos, LEED-NC versión 2009 (LEED New Construction 2009)<sup>12</sup>

Los siguientes pasos deben seguirse desde la etapa de diseño del proyecto.

- *Elegibilidad para certificación LEED para edificios nuevos, LEED-NC*

LEED-NC fue especialmente diseñado para edificios comerciales nuevos por lo que para dicha certificación son candidatos aquellos edificios que sean reconocidos como comerciales por las normas de construcción locales. En Estados Unidos, por ejemplo, los edificios comerciales son edificios de oficinas, edificios institucionales, hoteles, y edificios residenciales de 4 o más plantas. LEED-NC puede ser apropiado para renovaciones significativas como, por ejemplo, renovación de los sistemas de ventilación, modificaciones significativas en la envoltura (ventanaje, recubrimientos exteriores, etc.), o rehabilitaciones significativas de interiores. En el caso de que el proyecto pertenezca a más de un propietario, LEED-NC puede aplicarse al proyecto si el principal propietario es dueño del 50% o más del área total de construcción, de otra forma deberá aplicarse el sistema *LEED Core & Shell* (para elementos base del edificio).

Para que un proyecto candidato sea elegible para el proceso de certificación LEED-NC, debe cumplir con Requerimientos Mínimos del Programa (MPRs por sus siglas en inglés) que son los siguientes:

1. *Debe cumplir con la normativa ambiental.* El proyecto propuesto debe cumplir con las normas ambientales locales relacionadas al terreno (p.ej., Plan de Uso y Zonificación del Suelo, Ordenanzas Municipales, etc.).
2. *Debe ser un edificio o un espacio completo y permanente.* Un proyecto propuesto para certificación LEED debe consistir por lo menos en un edificio completo y debe situarse en un terreno definido. Por ejemplo, un edificio que será replicado con el mismo diseño en diferentes lugares en el futuro no podrá ser elegible para certificación LEED.
3. *Debe influenciar a un área razonable.* Este requerimiento consiste en cómo definir los límites del área de influencia del proyecto propuesto. Esta área de influencia generalmente será conformada por el terreno perteneciente al proponente más, si

---

<sup>12</sup> USGBC – U.S. Green Building Council. LEED 2009 for New Construction and Major Renovations. Washington D.C., USGBC, 2009.

se da el caso, las áreas que soportan la operación normal del proyecto, como puede ser el caso de un edificio dentro de un campus. Si se pretende construir más de un edificio dentro de un terreno, cada edificio deberá someterse a su propio proceso de certificación.

4. *Debe cumplir con requerimientos de área mínima de construcción.* Un proyecto propuesto para certificación LEED debe tener un área neta de construcción mayor o igual a 93m<sup>2</sup> (1000 pies cuadrados).
  5. *Debe cumplir con requerimientos mínimos de duración de la ocupación.* El edificio debe tener una ocupación mayor o igual que la ocupación promedio anual de un edificio común. Por ejemplo, un edificio de departamentos en la playa que sólo será ocupado durante feriados no podrá ser elegible para una certificación LEED porque no será ocupado con regularidad durante el año. El incumplimiento de este MPR significa que no se pueden ganar puntos en los créditos de la categoría Calidad Ambiental Interior (pero aún debe cumplir con los prerrequisitos).
  6. *Debe comprometerse a compartir la información sobre consumo de energía y de agua.* Durante un período de 5 años después de otorgada la certificación, la administración del edificio debe compartir libremente la información sobre consumo de energía y de agua para uso de USGBC. Esto debe cumplirse aún cuando haya cambio de propietario o de arrendatario.
  7. *Debe cumplir con una mínima relación entre área de construcción y área del terreno.* El área neta de construcción no debe ser menor al 2% del área neta del área de influencia definida en el MPR #3.
- *Proceso de evaluación*

El proceso de evaluación puede servir como una guía en la etapa de diseño porque indica cuáles son los requerimientos que deben cumplirse para alcanzar un determinado nivel de certificación, sea Certificado, Plata, Oro o Platino. Generalmente, el propietario del proyecto se propone alcanzar un determinado valor de certificación según sus posibilidades económicas, y el diseñador se asegura de que el proyecto tenga las suficientes características para ganar el nivel de certificación pretendido por el propietario. Para no incrementar significativamente el costo del proyecto solamente por cumplir los requerimientos de un determinado nivel de certificación, los diseñadores deberían valerse de estrategias que aprovechen las condiciones del entorno más que de uso de tecnología.

El proceso de evaluación lo debe realizar el proponente antes de su aplicación para la certificación LEED y se lo hace por medio de una lista de chequeo. Cada categoría dentro de las listas de chequeo se desglosa en criterios de evaluación que se componen de prerequisites y de créditos<sup>13</sup>. Los prerequisites y créditos consisten en lo siguiente:

- Los prerequisites son las características básicas que debe tener el proyecto en cada categoría. Se llaman prerequisites porque sin el cumplimiento de ellos no puede continuar la evaluación y por ende no se consigue la certificación. Esto asegura que el proyecto actúe sobre todas las categorías para abordar de manera integral a la problemática ambiental de los edificios. El cumplimiento de los prerequisites no otorga puntos.
- Los créditos son características más específicas y exigentes que los prerequisites y otorgan puntos (en valores enteros a partir del 1) al proyecto en el caso de que éste los cumpla. Una mayor cantidad de puntos otorgados por el cumplimiento de créditos significa la posibilidad de conseguir un mayor valor de certificación dentro de las cuatro valoraciones posibles (Certificado, Plata, Oro y Platino).

La guía para la Certificación de LEED 2009 para Edificios Nuevos<sup>14</sup> ofrece tres secciones de información para cada prerequisite y crédito:

- Primero, explica la intención que tiene el criterio de evaluación haciendo referencia a los impactos que pretende mitigar.
- Segundo, ofrece una lista de requerimientos en los que se hace referencia a normas externas que deben cumplirse (p.ej., normas estatales, normas de calidad ISO, etc.). Algunos criterios de evaluación tienen más de una opción de listas de requerimientos debido a que, por la naturaleza del edificio, ciertas listas no son siempre aplicables.
- Tercero, recomienda de manera general las potenciales tecnologías y estrategias que se pueden adoptar para cumplir con las listas de requerimientos.

---

<sup>13</sup> El Anexo No. 2 contiene una copia de la lista de chequeo del estándar LEED-NC 2009 en su idioma original donde se observan las categorías y los aspectos evaluados en cada una.

<sup>14</sup> USGBC – U.S. Green Building Council. LEED 2009 for New Construction and Major Renovations. Washington D.C., USGBC, 2009.

En cada criterio de evaluación debe observarse el cumplimiento de la lista de requerimientos, dentro de las opciones aplicables al proyecto. Primero se debe verificar el cumplimiento de los prerrequisitos de cada categoría antes de continuar con la verificación del cumplimiento de créditos para asegurarse de que el proyecto puede completar el proceso de evaluación. Posteriormente, se procede a la verificación del cumplimiento de créditos. Se debe marcar “Sí” en la lista de chequeo (Y por su sigla en inglés) en aquellos criterios cuyos requisitos fueron cumplidos por el proyecto. La lista de chequeo indica cuántos puntos son otorgados al proyecto por créditos marcados positivamente (Y). Los créditos que no fueron cumplidos se marcan negativamente (N), y los que representan duda y requieren de revisión se marcan en “?”.

El proyectista debe reunir la documentación necesaria para respaldar el cumplimiento de los criterios de evaluación.

LEED-NC, versión 2009, otorga un máximo de 100 puntos y 10 puntos adicionales en las siguientes categorías y se distribuyen de la siguiente manera:

1. Sitios Sostenibles: 26 puntos posibles.
  - *Aspectos evaluados.* Prevención de la contaminación durante la construcción, selección del sitio, densidad urbana y conectividad con la comunidad, desarrollo de zonas deprimidas, transporte alternativo, protección o restauración de hábitats, maximización de espacios abiertos, manejo de la escorrentía de aguas pluviales, efecto de “isla de calor”, contaminación lumínica.
2. Racionalización del Consumo de Agua: 10 puntos posibles.
  - *Aspectos evaluados.* Reducción en el consumo de agua, eficiencia en el riego de plantas y jardines, tecnologías para la reducción de descarga de aguas residuales domésticas.
3. Energía y Atmósfera: 35 puntos posibles.
  - *Aspectos evaluados.* Fiscalización en las instalaciones eléctricas, desempeño energético, manejo de refrigerantes, uso de energías renovables generadas en sitio, monitoreo del desempeño energético, uso de energías públicas limpias.
4. Materiales y Recursos: 14 puntos posibles.
  - *Aspectos evaluados.* Separación de residuos sólidos reciclables, reutilización de elementos de edificios existentes en el sitio, recuperación de residuos de

construcción, reutilización de materiales, contenido de materiales reciclados, contenido de materiales locales, uso de materiales rápidamente renovables, uso de madera certificada por manejo forestal sostenible.

5. Calidad Ambiental Interior: 15 puntos posibles.

- *Aspectos evaluados.* Calidad del aire interior, restricción al consumo de tabaco, monitoreo de la entrega de aire al interior, ventilación, plan de control de la calidad del aire en la etapa de construcción y pre-ocupacional, uso de materiales de construcción con emisiones reducidas de sustancias peligrosas, control de contaminantes del interior, capacidad de manipulación de los sistemas de iluminación y climatización, climatización adecuada para el confort de los ocupantes, iluminación natural y vista al exterior.

6. Innovación y Proceso de Diseño: 6 puntos adicionales posibles.

- *Aspectos evaluados.* Características que excedan los estándares de la certificación (tecnología y proceso de diseño innovadores).

7. Créditos por Prioridades Regionales: 4 puntos adicionales posibles.

- *Aspectos evaluados.* Características que contribuyan a satisfacer necesidades locales específicas, propias de proyectos de interés social.

Al final del proceso de evaluación se deben sumar los puntos ganados y estimar el nivel de certificación que merecería el proyecto según los siguientes valores: de 40 a 49 puntos, Certificado LEED; de 50 a 59 puntos, LEED Plata; de 60 a 79 puntos, LEED Oro; y de 80 a 110 puntos, LEED Platino. USGBC o el Instituto de Certificación de Construcción Sostenible (GBCI por sus siglas en inglés) realizarán el proceso de evaluación de nuevo para definir el nivel de certificación a su propio criterio.

- *Proceso de certificación*

Una vez que el proponente haya realizado el proceso de evaluación mediante la lista de chequeo, el proceso de certificación que debe seguir (sin importar que el proyecto esté ya en ejecución) es el siguiente:<sup>15</sup>

1. Asegurarse de que el proyecto es elegible para la certificación.
2. Inscribir el proyecto en el registro de USGBC haciendo los pagos necesarios.

---

<sup>15</sup> Kibert, op. cit., pp. 58-59.

3. Asegurarse de que el edificio cumple los prerrequisitos de LEED y reunir la documentación de respaldo.
4. Asegurarse de que el proyecto ha ganado suficientes puntos para ser reconocido por lo menos con la valoración de Certificado y reunir la documentación de respaldo.
5. Enviar en línea la documentación completa a USGBC.
6. Esperar a que USGBC o GBCI realice el proceso de evaluación y pronuncie el nivel de certificación merecido.
7. De existir inconformidad, apelar los puntos negados por USGBC o GBCI.
8. Recibir la notificación de USGBC de que el proyecto ha sido certificado.

Los proyectos que hayan merecido un nivel de certificación LEED reciben por parte de USGBC una carta, el certificado y una placa metálica que indica el nivel de certificación LEED que haya ganado según el puntaje acumulado. Los proyectos que no hayan obtenido puntos suficientes para llegar por lo menos al nivel de Certificado LEED solamente quedarán registrados en USGBC y podrán someterse a un nuevo proceso de certificación si se realizan las modificaciones pertinentes en el diseño.

### **3.3.3 Ventajas y desventajas de LEED**

- *Ventajas*

LEED se sensibiliza por la mayoría de efectos ambientales de los edificios y demuestra la voluntaria responsabilidad social y ambiental de quienes aplican estos estándares.

Es relativamente fácil de aplicar gracias al formato de lista de chequeo. La posibilidad de conseguir diferentes niveles de certificación dependiendo de los méritos del proyecto ofrece la posibilidad de cumplir con tantos requerimientos como sean posibles. Esto difiere a LEED de las normas obligatorias en las que se debe cumplir con todas las disposiciones, por lo cual LEED puede presentar requerimientos altamente exigentes sin generar rechazo por parte de los promotores de proyectos de edificios.

LEED es manejada por una organización privada por lo que su gestión y desarrollo es ágil y eficiente. Gracias a la organización de redes como USGBC en Estados Unidos o BRE en el Reino Unido, LEED y otras herramientas de certificación similares están ganando aceptación y se difunden rápidamente en el mercado, acelerando el proceso de implementación de la construcción sostenible en el sector inmobiliario.

La constante actualización y expansión de estos estándares ha logrado que LEED cubra prácticamente todos los tipos de edificios, nuevos y existentes, siendo potencialmente capaz de servir como una herramienta para mejorar el desempeño ambiental de todo el entorno urbano.

Los edificios con certificación LEED generan beneficios económicos durante la operación (ahorros en consumo de energía y agua, mejoramiento en el rendimiento de los ocupantes). Adicionalmente, un edificio con certificación LEED tiene mayor valor de reventa que un edificio convencional. Esta ventaja atrae a más promotores de proyectos en busca de una certificación LEED.

- *Desventajas*

Hasta la presente, LEED no integra los tres aspectos de sostenibilidad que son ambiente, sociedad y economía. En respuesta a esta deficiencia, las futuras versiones de LEED seguramente usarán los principios del Paso Natural (cuatro condiciones para la sostenibilidad<sup>16</sup>) para cubrir tales aspectos.

LEED sólo se enfoca en el producto final por lo que en ocasiones otorga puntos por la incorporación de ciertos insumos que son ambientalmente preferibles en la operación del edificio, pero a su vez causan impactos ambientales en su manufactura y disposición.

El cumplimiento de los estándares LEED en edificios incrementa el costo de construcción. No obstante, esta desventaja es compensada por los beneficios económicos mencionados anteriormente.

---

<sup>16</sup> En una sociedad sostenible, la naturaleza no está sujeta a un incremento sistemático de (1) concentraciones de sustancias extraídas de la corteza terrestre, (2) concentraciones de sustancias producidas por la sociedad, (3) degradación del medio físico, y, (4) en esa sociedad, la gente no está sujeta a condiciones que sistemáticamente reducen su capacidad de satisfacer sus necesidades. Fuente:

The Natural Step. The Four System Conditions. Internet. [www.thenaturalstep.org/the-system-conditions](http://www.thenaturalstep.org/the-system-conditions). Acceso: 2009-12-16.

### 3.3.4 Caso de GBC Brasil: obtención de un sistema LEED propio

Brasil es el primer país en Sudamérica en crear un sistema de certificación LEED propio. Fundado por Thassane Wanick en diciembre de 2007, el Consejo de Construcción Sostenible de Brasil (*GBC Brasil* por sus siglas en inglés) promueve las buenas prácticas ambientales en la construcción y desarrolla desde enero de 2008 una versión de la certificación ambiental de edificios LEED para Brasil.

Según *GBC Brasil*, el apoyo a la iniciativa de esta organización se justifica por las siguientes razones.<sup>17</sup>

- *Comercio*: Liderazgo y ventaja competitiva.
- *Cooperación*: Interrelación con líderes y profesionales de diversas áreas. Contribuir, influenciar y beneficiarse de los debates sobre políticas y técnicas.
- *Socio-ambiental*: Contribuir a la sostenibilidad de la actividad productiva y del medio ambiente.
- *Mercado*: Diferenciarse de los competidores.
- *Ciudadanía*: Tener un papel activo en la elaboración y defensa de políticas de construcción sostenible.
- *Económico*: Descuentos significativos en productos, servicios y conferencias de GBC Brasil y LEED.
- *Consumo consciente*: Discutir el concepto de sostenibilidad.
- *Formación continuada*: Acceso a herramientas educativas e información relevante.
- *Actualización constante*: Conocer a fondo programas gubernamentales de construcción sostenible.
- *Políticas públicas*: Participar en la elaboración de leyes.

*GBC Brasil* tiene como miembros a más de 244 empresas de formación profesional, industrias de insumos para la construcción, diseño, construcción, consultoría, proveedores de insumos para la construcción, supermercados, etc. Con la intención de crear una adaptación regional de LEED-NC (LEED para Construcciones Nuevas), versión 2.2, *GBC Brasil* reunió en enero de 2008 a 78 profesionales, entre ellos profesores académicos, proyectistas, arquitectos, ingenieros, biólogos, médicos, consultores y Profesionales Acreditados LEED (LEED AP por sus siglas en inglés). Agrupándose en comités, elaboraron estándares para las categorías establecidas en LEED-NC 2.2. En el año 2009 se formaron comités para elaborar estándares para las categorías establecidas en LEED-

---

<sup>17</sup> GBC Brasil - Green Building Council do Brasil. Porque apoiar. Internet. [www.gbcbrazil.org.br/pt/index.php?pag=apoiar.php](http://www.gbcbrazil.org.br/pt/index.php?pag=apoiar.php). Acceso: 2009-09-15.

EB (LEED para Edificios Existentes), versión 3. De esta manera expanden sus propios estándares hacia otros tipos de edificios.

El desarrollo de un sistema LEED adaptado para Brasil ha consistido en un trabajo multisectorial, interdisciplinario y de discusión abierta a la participación social. Ha requerido especialmente del apoyo del sector de la construcción y del gobierno brasileño. Para fortalecer el desarrollo, implementación y difusión de la versión LEED para Brasil, *GBC Brasil* ofrece varios seminarios y cursos de posgrado en construcción sostenible y certificación LEED en colaboración con instituciones de educación superior en las principales ciudades brasileñas.

### **3.4 Propuesta simplificada de normativa para edificios sostenibles en Quito**

#### **3.4.1 Reflexión sobre la necesidad de una normativa para edificios sostenibles en Quito**

La ciudad de Quito necesita una normativa que promueva las buenas prácticas en la construcción para mejorar el desempeño ambiental de edificios nuevos y existentes. El cumplimiento de estándares exigentes para edificios sostenibles funcionaría dentro del esquema de una norma voluntaria y comercial, y respaldarse en la normativa ambiental vigente para cumplir con las disposiciones obligatorias. Los estándares voluntarios para edificios sostenibles serán cumplidos por empresas que busquen ser más competitivas en un mercado que tiende hacia la preocupación por el medio ambiente. Adicionalmente, la norma debe estar adaptada a las prácticas constructivas y a las regulaciones locales, por lo que no es viable adoptar una norma foránea como LEED sin realizar las modificaciones oportunas. Por estas razones, la propuesta de normativa para Quito se basará en un modelo voluntario y comercial semejante a LEED y se realizarán adaptaciones a la realidad local, tal como está procediendo *GBC Brasil*.

### **3.4.2 Propuesta preliminar de norma para la certificación ambiental de edificios comerciales nuevos o significativamente renovados en Quito (adaptación simplificada de LEED-NC 2009)**

La siguiente propuesta simplificada de normativa es una adaptación de los estándares LEED para edificios comerciales nuevos (LEED-NC versión 2009) para ser aplicada en Quito y podría aplicarse en la renovación significativa de edificios. El máximo número de puntos que se puede obtener es de 100 más 5 adicionales, manteniendo el mismo esquema de categorías, prerrequisitos y créditos que sostiene LEED-NC 2009. Se deben marcar los criterios de evaluación como cumplidos si el proyecto ha satisfecho cada requerimiento correspondiente. La evaluación la debe realizar el promotor del proyecto para emitir su aplicación a la organización local certificadora (aún inexistente) antes de la construcción. Posteriormente, dicha organización realizará la evaluación previa a la construcción para verificar los requerimientos de diseño de la norma y, una vez concluida la ejecución del proyecto, finalmente otorgará la Certificación correspondiente a los méritos del proyecto una vez que se ha verificado el cumplimiento de los requerimientos de la norma relacionados a la etapa de construcción. Esta Certificación tendrá vigencia permanente si la organización certificadora ha logrado verificar que se han cumplido los requerimientos relacionados a la etapa de operación durante los primeros 2 años después de entregada la Certificación.

A continuación se detallan las categorías, criterios de evaluación (prerrequisitos y créditos) y los requerimientos respectivos para cumplir con cada criterio de evaluación de la norma propuesta:

#### **Categoría 1: Suelo y Entorno**

- Prerrequisito 1.1: Cumplimiento con planes de uso y de zonificación
  - Cumplir con el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS), el Plan General de Desarrollo Territorial (PGDT) y los Planes de Zonificación aplicables del DMQ.
- Prerrequisito 1.2: Prevención, mitigación y rehabilitación de impactos ambientales de la etapa de construcción conforme a la normativa municipal.
  - Cumplir con los planes de manejo ambiental en la etapa de construcción definidos en el Estudio de Impacto Ambiental (EslA) o en la Declaración Ambiental (DAM), cuando éstos sean necesarios en función de lo establecido en el artículo II.380.5 y II.380.6 de la Ordenanza No. 213 del DMQ.
- Crédito 1.1: Selección del terreno

- No ocupar terrenos en áreas protegidas, terrenos en zonas de riesgo (próximos a ríos, quebradas y abismos); terrenos en zona de expropiación para proyectos públicos (p.ej., carreteras, ampliación de vías, etc.).
- Crédito 1.2: Densidad urbana
  - Impedir la dispersión de la ciudad y reducir las emisiones del tránsito vehicular ubicando al proyecto en áreas previamente urbanizadas y cerca de diversos servicios básicos de la ciudad de tal forma que se pueda acceder a esos servicios a pie.
- Crédito 1.3: Recuperación de áreas deprimidas
  - Ubicar al proyecto en áreas que estén deprimidas económica o ambientalmente como es el caso de antiguas áreas industriales.
- Crédito 1.4: Transporte alternativo al automóvil
  - Ubicar al proyecto cerca de una red de transporte público.
  - Ofrecer facilidades para ciclistas y peatones.
  - Proveer sólo el mínimo número de espacios de parqueo requeridos como establecen Las Normas de Arquitectura y Urbanismo del DMQ.
  - Proveer de espacios con preferencia para vehículos de bajas emisiones y eficientes en combustible y para furgonetas y automóviles compartidos.
- Crédito 1.5: Conservación y recuperación de elementos naturales
  - En terrenos con vegetación silvestre, alterar al terreno solamente dentro del perímetro que ocupen las instalaciones del proyecto y los espacios de circulación.
  - En terrenos previamente urbanizados, compensar la huella del edificio (espacio natural borrado por la presencia del mismo) con vegetación nativa o adaptada. Las cubiertas verdes son aceptables en este requerimiento si contienen vegetación nativa o adaptada.
- Crédito 1.6: Áreas verdes
  - Exceder los límites mínimos de áreas verdes establecidos en Las Normas de Arquitectura y Urbanismo del DMQ.
- Crédito 1.7: Manejo de la escorrentía de aguas pluviales
  - Reducir significativamente la entrega de agua pluvial a los sistemas de alcantarillado por los sistemas de drenaje del edificio. Lograr esto minimizando el área impermeable, usando pavimentos porosos, canalizando el agua en cunetas, reteniendo agua en estanques artificiales no impermeabilizados, o cualquier otro método de manejo de la escorrentía de aguas pluviales.
- Crédito 1.8: Reducción del efecto "isla de calor"
  - En una proporción considerable del área pavimentada y entechada, utilizar soluciones para reducir el efecto de isla de calor como: sombra de árboles, superficies altamente

reflectantes (colores claros), cubrir pavimentos oscuros con techos reflectantes, cubiertas verdes, etc.

- Crédito 1.9: Reducción de la contaminación lumínica
  - Limitar la iluminación exterior hasta los niveles necesarios para la seguridad y el confort. En lo posible, usar la luz de las vías públicas.
- Crédito 1.10: Valor arquitectónico e histórico
  - La arquitectura del proyecto debe armonizar con el entorno e incluso mejorarlo.
  - En áreas urbanas históricas (p.ej., centro histórico), se debe mantener la arquitectura del entorno en por lo menos el exterior del proyecto.
  - Rehabilitar edificios de valor arquitectónico y/o histórico que estén dentro del perímetro del proyecto en lugar de demolerlos.

## **Categoría 2: Agua**

- Prerrequisito 2.1: Reducción del consumo de agua
  - El proyecto (sin contar jardines) debe usar las estrategias necesarias para reducir el consumo de agua (p.ej., aparatos sanitarios ahorradores) en un mínimo de 20% respecto al consumo promedio del uso respectivo del edificio calculado con las estadísticas locales de consumo de agua (debe recopilarse esta información para la propuesta de definitiva). Añadir un cálculo estimativo de la reducción del consumo para fines de evaluación previa a la ejecución para luego otorgar una Certificación que deberá ser reiterada definitivamente después de 2 años.
  - Para la reiteración definitiva de la Certificación, se debe demostrar con los registros mensuales de consumo de los primeros 2 años la reducción del consumo de agua en relación al consumo promedio del uso respectivo del edificio calculado en base a estadísticas locales. Esta condicionante se aplica a todos los Créditos de esta Categoría.
- Prerrequisito 2.2: Gestión de aguas residuales conforme a la normativa vigente.
  - Seguir las disposiciones sobre gestión de aguas residuales definidas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) derivado del Estudio de Impacto Ambiental (EslA), en la Declaración Ambiental (DAM), en las Guías de Prácticas Ambientales (GPA) específicas o en la GPA generales, cuando éstos sean necesarios en función de lo establecido en el artículo II.380.5, II.380.6 y II.381.32 de la Ordenanza No. 213 del DMQ.
- Crédito 2.1: Eficiencia en el riego de plantas y jardines
  - Reducir el consumo de agua potable para irrigación en un porcentaje mínimo del 50% del promedio local de consumo para dicho fin (debe recopilarse esta información para la propuesta de definitiva) mediante estrategias como sistemas de irrigación eficientes,

plantas resistentes a la falta de agua y uso de fuentes de agua alternativas para el riego de jardines (p.ej., agua pluvial, aguas grises, aguas servidas tratadas, etc.).

- Crédito 2.2: Gestión de aguas residuales domésticas
  - Descargar correctamente las aguas residuales domésticas en la red de alcantarillado según las normas municipales. Sólo para edificios en áreas sin servicio de alcantarillado, se deben tratar aguas residuales domésticas por métodos artificiales (p.ej., tanques sépticos, tanques Imhoff) o naturales (p.ej., humedales o “máquinas vivientes”), en cuyo caso se deberán usar las aguas tratadas dentro del proyecto.
- Crédito 2.3: Reducción del consumo del agua
  - Se otorgarán más puntos según cuánto más se reduzca el consumo de agua por encima del límite mínimo del Prerrequisito 2.1 (20%) como se indica a continuación:  
Reducción del 25%: 1 punto.  
Reducción del 30%: 2 puntos.  
Reducción del 35%: 3 puntos.  
Reducción del 40%: 4 puntos.
  - Colocar medidores que permitan obtener información para generar registros del consumo de agua por cada unidad de vivienda, oficina o local comercial.

### **Categoría 3: Energía y Emisiones a la Atmósfera**

- Prerrequisito 3.1: Fiscalización básica de los sistemas de climatización
  - Contratar a fiscalización para asegurarse de que estos sistemas cumplan con los requerimientos del cliente, los equipos estén correctamente instalados, no existan fallas, y que la puesta a prueba de los sistemas sea satisfactoria.
- Prerrequisito 3.2: No uso de gases causantes del agotamiento del ozono estratosférico.
  - Usar sistemas de climatización con refrigerantes sin CFCs.
  - Instalar extintores de incendios que no contengan halones.
- Prerrequisito 3.3: Gestión de emisiones a la atmósfera conforme a la normativa municipal.
  - Seguir las disposiciones sobre gestión de emisiones a la atmósfera definidas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Estudio de Impacto Ambiental (EslA), en la Declaración Ambiental (DAM), en las GPA específicas o en la GPA generales, cuando éstos sean necesarios en función de lo establecido en el artículo II.380.5, II.380.6 y II.381.32 de la Ordenanza No. 213 del DMQ.
- Crédito 3.1: Optimización del desempeño energético
  - Reducir por sobre el límite mínimo aceptable el consumo de energía en relación al consumo recomendado por la empresa eléctrica local para el uso respectivo.
  - Usar una combinación entre dos o más de las siguientes estrategias: ventilación e iluminación natural, luminarias de bajo consumo energético, diseño eficiente de la

iluminación, controles de iluminación (p.ej., sensores de presencia para apagado automático), calefacción o enfriamiento radiante, acoplamiento con la tierra, envoltura del edificio, calentamiento eficiente de agua, sobredimensionamiento de conductores eléctricos, etc. Añadir un cálculo estimativo de la reducción del consumo para fines de evaluación previa a la ejecución para luego otorgar una Certificación que deberá ser reiterada definitivamente después de 2 años.

- Para la reiteración definitiva de la Certificación, se debe demostrar la reducción del consumo de energía con los registros mensuales de los primeros 2 años en relación al consumo promedio del uso respectivo del edificio calculado en base a estadísticas locales de consumo energético (debe recopilarse esta información para la propuesta de definitiva). Se otorgarán más puntos en proporción a la reducción del consumo de energía, siendo más exigentes los límites establecidos para edificios nuevos que para edificios renovados, como se indica a continuación:

1 punto: reducción del 10% (edificios nuevos) ó 4% (edificios renovados)

2 puntos: reducción del 12% (edificios nuevos) ó 6% (edificios renovados)

3 puntos: reducción del 14% (edificios nuevos) ó 8% (edificios renovados)

4 puntos: reducción del 16% (edificios nuevos) ó 10% (edificios renovados)

5 puntos: reducción del 18% (edificios nuevos) ó 12% (edificios renovados)

6 puntos: reducción del 20% (edificios nuevos) ó 14% (edificios renovados)

7 puntos: reducción del 22% (edificios nuevos) ó 16% (edificios renovados)

8 puntos: reducción del 24% (edificios nuevos) ó 18% (edificios renovados)

9 puntos: reducción del 26% (edificios nuevos) ó 20% (edificios renovados)

10 puntos: reducción del 28% (edificios nuevos) ó 22% (edificios renovados)

11 puntos: reducción del 30% (edificios nuevos) ó 24% (edificios renovados)

12 puntos: reducción del 32% (edificios nuevos) ó 26% (edificios renovados)

13 puntos: reducción del 34% (edificios nuevos) ó 28% (edificios renovados) en adelante.

- Crédito 3.2: Energía renovable en sitio

- Usar sistemas de energía renovable en sitio para reducir el consumo de energía eléctrica de redes públicas. Expresar el uso de energía renovable como porcentaje de la energía anual consumida por el edificio. Se otorgarán más puntos en proporción al porcentaje de energía total abastecida por sistemas de energía renovable en el sitio, como se indica a continuación:

1% de energía renovable generada en sitio: 1 punto

2% de energía renovable generada en sitio: 2 puntos

3% de energía renovable generada en sitio: 3 puntos

4% de energía renovable generada en sitio: 4 puntos

5% de energía renovable generada en sitio: 5 puntos

- 6% de energía renovable generada en sitio: 6 puntos
- 7% de energía renovable generada en sitio: 7 puntos
- 8% de energía renovable generada en sitio: 8 puntos
- 9% de energía renovable generada en sitio: 9 puntos
- De 10% en adelante de energía renovable en sitio: 10 puntos
- Para esto es aceptable sistemas de energía renovable como, por ejemplo, celdas fotovoltaicas, biomasa, biocombustibles y energía eólica.
- Crédito 3.3: Fiscalización de los sistemas de climatización
  - Implementar un contrato de fiscalización para la etapa de diseño y de construcción de los sistemas de climatización.
  - Nota: Podrán exigirse además contratos para la etapa de operación y mantenimiento de los sistemas de climatización en el momento que existan empresas que otorguen dicho servicio, como ocurre en países desarrollados.
- Crédito 3.4: Monitoreo y verificación
  - Colocar medidores que permitan obtener información para generar registros del consumo energético por cada unidad de vivienda, oficina o local comercial y que también permitan distinguir el consumo energético en centros de cómputo, servidores y sistemas de climatización, todo esto con el fin de detectar y corregir posibles fallas y abusos en el consumo.

#### **Categoría 4: Materiales**

- Prerrequisito 4.1: Gestión de residuos conforme a la normativa municipal.
  - Seguir las disposiciones sobre la gestión de residuos sólidos conforme al Capítulo 1 de la Ordenanza No. 213 del DMQ en las etapas de construcción y operación del proyecto.
  - Seguir las disposiciones sobre gestión de residuos definidas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), en la Declaración Ambiental (DAM), en las GPA específicas o en la GPA generales, cuando éstos sean necesarios en función de lo establecido en el artículo II.380.5, II.380.6 y II.381.32 de la Ordenanza No. 213 del DMQ.
- Prerrequisito 4.2: Separación de materiales reciclables
  - Proveer un espacio para la separación en contenedores señalizados de los materiales reciclables según las disposiciones municipales: papel, cartón, vidrio, metal, plástico y residuos orgánicos. Este espacio debe estar en un lugar conveniente para la recolección por parte de camiones de la empresa municipal de aseo o de gestores particulares.
- Crédito 4.1: Reutilización de la estructura de edificios existentes

- Reutilizar la estructura de edificios existentes (cimentación, vigas, columnas, diafragmas, paredes estructurales y losas) en lugar de construir una nueva. A mayor conservación de estos elementos se otorgarán más puntos, como se indica a continuación:
  - Reutilización del 50% de la estructura: 1 punto
  - Reutilización del 70% de la estructura: 2 puntos
  - Reutilización del 90% o más de la estructura: 3 puntos
- Para conservar la estructura se deberán realizar las operaciones necesarias para dar seguridad a la misma en caso de cargas dinámicas de sismo, viento y demás.
- Este Crédito no es aplicable para proyectos que incluyan adiciones cuyo metraje total sea más del doble del metraje de la estructura reutilizada.
- Crédito 4.2: Reutilización de elementos no estructurales
  - Reutilizar elementos no estructurales en una porción significativa del área total del proyecto. Tales elementos pueden ser ventanaje, paredes, puertas, pisos y cubiertas.
  - Las piezas nuevas que reemplacen a piezas de materiales peligrosos como planchas de cubierta de asbesto, no se consideran como elementos reutilizados.
- Crédito 4.3: Recuperación de materiales de los escombros
  - Recuperar materiales de los escombros que no contengan sustancias peligrosas como hormigón, metal, pétreos, madera, ladrillo, plásticos y demás para destinarlos a otras actividades dentro o fuera del proyecto y así reducir la cantidad de residuos de demolición enviados a depósitos municipales. Esto no incluye la recuperación de suelo de excavación.
- Crédito 4.4: Contenido de insumos reutilizados
  - Los insumos reutilizados, reparados o recuperados de otras actividades u otros edificios (de dentro o fuera del perímetro del proyecto) deberán usarse en el proyecto incidiendo en un mínimo del 8% en el costo total de materiales. Incluye el uso de suelo del sitio o suelo recuperado de la excavación de otras construcciones para la construcción de elementos de adobe.
- Crédito 4.5: Contenido de insumos reciclados
  - Los insumos reciclados deberán tener una incidencia de mínimo 15% en el costo total de materiales para el proyecto.
- Crédito 4.6: Contenido de insumos locales
  - Los insumos producidos localmente (totalmente extraídos y manufacturados dentro del país) deberán tener una incidencia de mínimo 15% en el costo total de materiales para el proyecto.

- Si solo parte de los insumos es producida localmente (p.ej., tubería de plástico nacional hecha con polímeros importados), se tomará la proporción estimada de valor agregado localmente en base al costo de producción del insumo.
- Crédito 4.6: Contenido de materiales rápidamente renovables
  - Los insumos hechos de materiales rápidamente renovables deberán tener una incidencia de mínimo 2% en el costo total de materiales para el proyecto. Los materiales rápidamente renovables son materiales de origen vegetal cuyo cultivo requiere de 10 años o menos para ser aprovechables (p.ej., pisos de bambú, caña guadúa, bloques para paredes hechos de fibras vegetales de rápida renovación, etc.).
- Crédito 4.7: Uso de madera certificada por manejo forestal sostenible
  - La mayoría de insumos de madera (calculada en base al costo) usados temporalmente (encontrados, andamios) y permanentemente (estructura y acabados) deben provenir de un manejo forestal sostenible conforme a las normas forestales nacionales.

#### **Categoría 5: Salud y Confort de los Ocupantes**

- Prerrequisito 5.1: Disposición adecuada de materiales con sustancias peligrosas
  - En la etapa de desmantelamiento y desalojo de materiales, manipular y disponer responsablemente elementos con asbesto y con plomo para no liberar fibras y partículas peligrosas para la salud de los obreros y vecinos al proyecto.
- Prerrequisito 5.2: Restricción al consumo de tabaco
  - Para espacios públicos y comunales, prohibir el consumo de tabaco dentro del edificio. En el caso de proveer un espacio para fumadores, situarlo en un lugar abierto alejado de entradas y ventanas, o en un espacio con extractores en el caso de espacios cerrados. Proveer de señalización adecuada para definir áreas de fumar y de no fumar.
- Crédito 5.1: Ventilación
  - Mejorar el suministro de aire fresco al interior del edificio con ventilación natural y/o forzada. Diseñar el sistema de ventilación para cumplir con los requerimientos en función del número de ocupantes y el volumen de aire esperados en cada espacio.
- Crédito 5.2: Materiales de bajas emisiones
  - Seleccionar adhesivos, pinturas, lacas, recubrimientos, pisos y tableros de madera contrachapada, aglomerada, MDF, etc., que cumplan con un contenido de compuestos orgánicos volátiles (VOCs por sus siglas en inglés) limitado según los estándares de los países de origen de dichos productos. En el Ecuador no existen estándares similares por lo que es necesario determinar el contenido de VOCs en productos locales y comprarlos a los límites máximos establecidos en estándares internacionales (p.ej., estándares *Green Seal* de Estados Unidos), sin la obligación de comparar con el estándar internacional más exigente.

- Crédito 5.3: Control de contaminantes externos
  - Controlar la entrada de contaminantes mediante espacios de limpieza de zapatos en las entradas de los edificios, ventilación para espacios con riesgo de concentración de contaminantes (p.ej., estacionamientos cerrados, estaciones de generación de emergencia, imprentas, lavanderías, etc.), filtración de contaminantes en las tomas de aire para los sistemas de ventilación forzada, y separación prudente entre los espacios de acopio de residuos y el edificio.
  - Para evitar los efectos de los productos de combustión incompleta, se debe cumplir con las normas generales para concentraciones de contaminantes comunes en el aire ambiente definidas en el artículo 4.1.2 del Anexo 4 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS), donde se establecen los límites permisibles de contaminantes comunes en el aire ambiente. Adicionalmente, ejecutar planes de alerta, alarma y emergencia de la calidad del aire según las disposiciones contenidas en el artículo 4.1.3 de dicho Anexo.
- Crédito 5.4: Control de problemas de humedad
  - Proveer de impermeabilización en sitios propensos a tener problemas de humedad y reparar problemas de humedad en edificios renovados. Esto es necesario para impedir el crecimiento de hongos que pueden ser peligrosos para la salud.
- Crédito 5.5: Iluminación
  - Diseñar la iluminación para que tenga la intensidad suficiente para dar comodidad a los ocupantes. Priorizar la iluminación natural y compensarla con iluminación artificial.
- Crédito 5.6: Humedad Relativa
  - Diseñar los sistemas de climatización para mantener la humedad relativa dentro del rango necesario para dar comodidad a los ocupantes y evitar la proliferación de contaminantes biológicos (recomendable entre 40% y 60%<sup>18</sup>).
- Crédito 5.7: Temperatura
  - Mantener la temperatura ambiental dentro del rango necesario para dar comodidad a los ocupantes (recomendable entre 18 y 26°C<sup>19</sup>).
- Crédito 5.8: Contacto con el exterior
  - Proveer un mínimo de espacios con iluminación natural y vista al exterior.

---

<sup>18</sup> José Rodríguez Barbosa. Conferencia: Los edificios enfermos, sus causas y efectos sobre sus ocupantes, Quito, FUNIBER, 29 de octubre de 2009.

<sup>19</sup> Kibert, op. cit., p. 288.

- Organizar los espacios para que los ocupantes durante sus actividades pasen por espacios abiertos (p.ej., comedores exteriores, áreas exteriores de sociabilización).
- Crédito 5.9: Control de ruido externo
  - Estimar niveles esperados de ruido usando mapas de ruido o mediciones en campo.
  - De sobrepasar los límites de ruido establecidos en el Anexo 5 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS), aplicar medidas de control de ruido como ventanaje adecuado, obstaculización y desviación de las ondas sonoras, etc.
- Crédito 5.10: Control de ruido interno
  - Controlar el ruido de las actividades ruidosas de la operación del proyecto mediante la separación prudente entre espacios ruidosos y espacios que requieren silencio, o el aislamiento acústico con paredes especiales.
- Crédito 5.11: Control de gas radón
  - Realizar el estudio del riesgo de concentración de gas radón en las plantas inferiores del edificio, realizando análisis químicos del aire en las plantas inferiores de los edificios cercanos al proyecto. Pueden usarse mapas de radón (similares a los mapas de ruido) en el caso de existir uno para la región donde se emplazará el proyecto.
  - De sobrepasar el límite permisible de concentración de gas radón en el aire,  $4 \text{ pCi/L}^{20}$ , tomar medidas como, por ejemplo, sellar grietas y aberturas en la base del edificio o instalar una tubería de ventilación que vaya desde el suelo de fundación hasta por encima de la cubierta del edificio.

## **Categoría 6: Gestión de Emergencias**

- Prerrequisito 6.1: Protección contra incendios
  - Seguir las disposiciones de la Ley de Defensa Contra Incendios y su Reglamento.
- Prerrequisito 6.2: Gestión de emergencias conforme a la normativa municipal.
  - Seguir las disposiciones de las GPA específicas o la GPA generales sobre gestión de emergencias, cuando éstas sean necesarias en función de lo establecido en el artículo II.381.32 de la Ordenanza No. 213 del DMQ.
- Crédito 6.1: Planes de contingencias
  - Diseñar planes de contingencias para el manejo de situaciones de emergencia como pueden ser desastres naturales, incendios, etc.

---

<sup>20</sup> Éste es el límite permisible referencial obtenido de la Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de los Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés), valor usado en este crédito ya que no existen normas de calidad ambiental en el Ecuador que establezcan límites permisibles para la concentración de gas radón en el aire.

- Proveer carteleras de información, señalización, rutas de escape amplias hacia lugares seguros, e instalar alarmas para situaciones de emergencia.
- Realizar simulacros de escape y entrenamiento para situaciones de emergencia.

### **Categoría 7: Innovación y Prácticas Tradicionales Sostenibles**

- Crédito 7.1: Innovación
  - Se otorgarán puntos por la incorporación técnicamente justificada de elementos innovadores, es decir, prácticas que no estén incluidas en la presente normativa pero que mejoren aún más el desempeño ambiental del proyecto.
- Crédito 7.2: Re-valorización de prácticas tradicionales sostenibles
  - Se otorgarán puntos por la incorporación de elementos que utilicen materiales tradicionales sostenibles de construcción como, por ejemplo, la guadúa, adobe y madera, demostrando el mejoramiento técnico en el empleo de estos materiales mediante la aplicación de normas y prácticas de ingeniería en el diseño estructural.

La Categoría 7 (Innovación y Prácticas Tradicionales Sostenibles) es la única que no tiene prerequisites y, por lo tanto, no es de estricto cumplimiento para conseguir una certificación. De la misma forma que ocurre en LEED-NC 2009 con sus últimas dos categorías, el cumplimiento de los créditos de esta categoría otorga puntos adicionales por presentar características que superan a los estándares.

A continuación se presenta la lista de chequeo preliminar en la que se indica el número de puntos que otorga cada criterio de evaluación y el nivel de certificación que se otorgaría en función del puntaje obtenido<sup>21</sup>:

**Tabla 3.1.** Lista de chequeo para la certificación ambiental de edificios nuevos.

<b>Categoría 1: Suelo y Entorno</b>			<b>Puntos Posibles</b>
<b>Prerrequisitos</b>			<b>25</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>1.1</b>	Cumplimiento planes de uso y de zonificación	-
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>1.2</b>	Mitigación de impactos ambientales de la etapa de construcción conforme a la normativa municipal	-
<b>Créditos</b>			
<input type="checkbox"/>	<b>1.1</b>	Selección del terreno	1
<input type="checkbox"/>	<b>1.2</b>	Densidad urbana	5
<input type="checkbox"/>	<b>1.3</b>	Recuperación de áreas deprimidas	2

<sup>21</sup> El Anexo No. 3 contiene el procedimiento de determinación de la distribución de puntos.

<input type="checkbox"/>	<b>1.4</b>	Transporte alternativo al automóvil	4
<input type="checkbox"/>	<b>1.5</b>	Conservación y recuperación de elementos naturales	3
<input type="checkbox"/>	<b>1.6</b>	Áreas verdes	2
<input type="checkbox"/>	<b>1.7</b>	Manejo de la escorrentía de aguas pluviales	4
<input type="checkbox"/>	<b>1.8</b>	Reducción del efecto "isla de calor"	2
<input type="checkbox"/>	<b>1.9</b>	Reducción de la contaminación lumínica	1
<input type="checkbox"/>	<b>1.10</b>	Valor arquitectónico e histórico	1
<b>Categoría 2: Agua</b>			<b>8</b>
<b>Prerrequisitos</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>2.1</b>	Reducción del consumo de agua	-
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>2.2</b>	Gestión de aguas residuales conforme a la normativa municipal	-
<b>Créditos</b>			
<input type="checkbox"/>	<b>2.1</b>	Eficiencia en el riego de plantas y jardines	3
<input type="checkbox"/>	<b>2.2</b>	Gestión de aguas residuales domésticas	1
<input type="checkbox"/>	<b>2.3</b>	Reducción del consumo del agua	1 a 4
<b>Categoría 3: Energía y Emisiones a la Atmósfera</b>			<b>31</b>
<b>Prerrequisitos</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>3.1</b>	Fiscalización básica de los sistemas de climatización	-
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>3.2</b>	No uso de gases causantes del agotamiento del ozono estratosférico	-
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>3.3</b>	Gestión de emisiones a la atmósfera conforme a la normativa municipal	-
<b>Créditos</b>			
<input type="checkbox"/>	<b>3.1</b>	Optimización del desempeño energético	1 a 13
<input type="checkbox"/>	<b>3.2</b>	Energía renovable en sitio	1 a 10
<input type="checkbox"/>	<b>3.3</b>	Fiscalización de los sist.de climatización	6
<input type="checkbox"/>	<b>3.4</b>	Monitoreo y verificación	2
<b>Categoría 4: Materiales</b>			<b>14</b>
<b>Prerrequisitos</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>4.1</b>	Gestión de residuos conforme a la normativa municipal	-
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>4.2</b>	Separación de materiales reciclables	-
<b>Créditos</b>			
<input type="checkbox"/>	<b>4.1</b>	Reutilización de la estructura de un edificio existente	1 a 3
<input type="checkbox"/>	<b>4.2</b>	Reutilización de elementos no estructurales	1
<input type="checkbox"/>	<b>4.3</b>	Recuperación de materiales de los escombros	1
<input type="checkbox"/>	<b>4.4</b>	Contenido de insumos reutilizados	2
<input type="checkbox"/>	<b>4.5</b>	Contenido de insumos reciclados	2
<input type="checkbox"/>	<b>4.6</b>	Contenido de insumos locales	1
<input type="checkbox"/>	<b>4.7</b>	Contenido de materiales rápidamente renovables	2

<input type="checkbox"/>	<b>4.8</b>	Uso de madera certificada por manejo forestal sostenible	2
--------------------------	------------	--	---

**Categoría 5: Salud y Confort de los Ocupantes** **19**

**Prerrequisitos**

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>5.1</b>	Disposición adecuada de materiales con sustancias peligrosas	-
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>5.2</b>	Restricción al consumo de tabaco	-

**Créditos**

<input type="checkbox"/>	<b>5.1</b>	Ventilación	3
<input type="checkbox"/>	<b>5.2</b>	Materiales de bajas emisiones	1
<input type="checkbox"/>	<b>5.3</b>	Control de contaminantes externos	3
<input type="checkbox"/>	<b>5.4</b>	Control de problemas de humedad	1
<input type="checkbox"/>	<b>5.5</b>	Iluminación	1
<input type="checkbox"/>	<b>5.6</b>	Humedad Relativa	2
<input type="checkbox"/>	<b>5.7</b>	Temperatura	2
<input type="checkbox"/>	<b>5.8</b>	Contacto con el exterior	1
<input type="checkbox"/>	<b>5.9</b>	Control de ruido externo	2
<input type="checkbox"/>	<b>5.10</b>	Control de ruido interno	2
<input type="checkbox"/>	<b>5.11</b>	Control de gas radón	1

**Categoría 6: Gestión de Emergencias** **3**

**Prerrequisitos**

<input checked="" type="checkbox"/>	<b>6.1</b>	Protección contra incendios	-
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>6.2</b>	Gestión de emergencias conforme a la normativa municipal	-

**Créditos**

<input type="checkbox"/>	<b>6.1</b>	Planes de contingencia	3
--------------------------	------------	------------------------	---

**Categoría 7: Innovación y Prácticas Tradicionales Sostenibles (Adicional)** **5**

<input type="checkbox"/>	<b>7.1</b>	Innovación	1 a 3
<input type="checkbox"/>	<b>7.2</b>	Re-valorización de prácticas tradicionales sostenibles	1 a 2

<b>Puntaje</b>	<b>Nivel de Certificación</b>
40-49 puntos	Certificado
50-59 puntos	Plata
60-79 puntos	Oro
80-105 puntos	Platino

Fuente: USGBC<sup>22</sup>

Elaboración: Pablo Daza

<sup>22</sup> USGBC – U.S. Green Building Council. LEED 2009 for New Construction and Major Renovations. Washington D.C., USGBC, 2009.

## **CAPÍTULO 4: LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS EN QUITO**

### **4.1. La construcción sostenible de edificios a nivel local**

#### **4.1.1. *Aplicación de la construcción sostenible de edificios en Quito***

La construcción sostenible de edificios en Quito debería tener un enfoque tecnológico y estratégico diferente al adoptado por países desarrollados debido a las sustanciales diferencias en cuestiones sociales, económicas y medioambientales.

Desde el punto de vista social, Quito, como otras capitales de América del Sur, sufre problemas de pobreza, proliferación de asentamientos informales y déficit de vivienda por lo que la entrega de viviendas económicas, seguras, dignas y durables para todos mediante prácticas de construcción sostenible es una prioridad. Esto se diferencia de la prioridad ambiental urbana de los países desarrollados la cual se enfoca en restaurar y conservar un medioambiente más deteriorado en comparación al de países en desarrollo.

Desde un criterio económico, el bajo desarrollo industrial del Ecuador incrementa el costo de algunas soluciones ambientalmente preferibles para edificios (p.ej., energía renovable, sistemas de climatización e iluminación eficientes, aparatos sanitarios ahorradores de agua, sistemas de reciclaje de aguas grises, sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales, materiales de bajas emisiones de compuestos orgánicos volátiles, etc.) resultando en mayores costos de importación, precios altos por la limitada oferta de productos, costos de capacitación para personal técnico y costos de imprevistos al haber poca experiencia en el área. Esta limitación presenta dificultades en el momento de plantear estrategias de eficiencia energética, uso de energías renovables, racionalización en el uso de agua y protección de la salud de los ocupantes ya que en estos casos están involucradas tecnologías e insumos que no son comunes localmente. Sin embargo, las primeras experiencias son las más problemáticas y se esperaría que con el tiempo estas prácticas se adapten exitosamente al sector de la construcción local.

Finalmente, desde la perspectiva medioambiental, las condiciones climáticas e hidrológicas en Quito sugieren tomar determinadas estrategias para el ahorro en el consumo de energía y de agua para enfrentar a las frecuentes crisis energéticas y las sequías. Por otro lado, Quito tiene problemas ambientales prioritarios que exigen la

aplicación de ciertas medidas con más urgencia que otras, como es el caso crítico de la generación de residuos sólidos.

#### **4.1.2. Interés público hacia los edificios sostenibles en Quito**

La construcción sostenible de edificios es un tema que ha ganado espacios de discusión en la sociedad encontrándose frecuentemente noticias sobre avances ecológicos en la construcción de edificios en el Ecuador y en el mundo. En los últimos años se han realizado numerosas conferencias con la participación de profesionales nacionales e internacionales con la intención de discutir sobre temas de sostenibilidad urbana.

- *Difusión en medios de comunicación*

Diario HOY, Diario El Comercio y Revista Líderes son periódicos de gran aceptación en la ciudad de Quito por parte del público culto. Éstas han presentado noticias sobre construcción sostenible de edificios desde el año 2005, aproximadamente, tratando temas relevantes como los siguientes:

- Premios de la Fundación Holcim para la Construcción Sostenible.
- Redefinición del concepto de hábitat en términos de protección del medio ambiente.
- Edificios con certificación ambiental de edificios LEED.
- Críticas de profesionales locales hacia los nuevos edificios sostenibles en el mundo.
- Preocupación por temas de calidad del aire en Quito como la concentración de sustancias peligrosas en los parqueaderos y la contaminación sonora.
- Recomendaciones sobre prácticas ecológicas para el diseño, construcción y operación de edificios (“buques de tierra”, dispositivos para el ahorro de agua, tecnologías de energías renovables, diseño solar pasivo, etc.).
- Sistemas de edificios inteligentes para lograr eficiencia energética en edificios.
- Perfiles de profesionales locales dedicados a la construcción sostenible de edificios.

Las noticias que tratan estos temas generalmente están referenciadas a artículos de la prensa internacional y no discuten los problemas locales de sostenibilidad urbana. También existe un abuso de la expresión “verde” (traducción del inglés “*green*”) en lugar de usar el término en castellano “ecológico” o “sostenible”, usándose para calificar a productos y edificios que apenas podrían ser considerados como ambientalmente preferibles. Sin embargo, aprovechando que el ecologismo es un tema de actualidad, los

medios de comunicación ayudan a incrementar el interés de la ciudadanía difundiendo información sobre los logros de la construcción sostenible de edificios a nivel mundial.

- *Discusiones en el ámbito académico y profesional*

En los últimos años se han realizado en el Ecuador encuentros profesionales para tratar temas de sostenibilidad de los asentamientos humanos enfocándose en la protección ambiental desde el punto de vista de la arquitectura y el urbanismo. Por otro lado, organizaciones sectoriales como la Cámara de la Construcción de Quito (CCQ) también han demostrado interés publicando artículos sobre sostenibilidad en la construcción tratando temas como construcción sostenible, efecto del edificio enfermo, energías renovables, eficiencia energética y construcción en caña guadúa.

**Tabla 4.1.** Eventos recientes en el Ecuador relacionados a la construcción sostenible.

Evento	Áreas temáticas	Temas destacados sobre construcción sostenible
• 1er Expo-Congreso Internacional Ciencia, Ambiente y Espiritualidad (octubre de 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciencia</li> <li>• Economía</li> <li>• Ambiente</li> <li>• Espiritualidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcciones ecológicas</li> </ul>
• Seminario de Biotectura, Arquitectura ecológica y sostenible (octubre de 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotectura, arquitectura ecológica y sostenible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades 100% auto-sostenibles.</li> <li>• Construcción utilizando materiales reciclados (llantas usadas, botellas de vidrio, latas de cerveza, etc.).</li> <li>• Calefacción y enfriamiento natural de la vivienda.</li> <li>• Energía solar y eólica para producir electricidad de uso doméstico.</li> <li>• Colección, almacenamiento y filtrado de agua para consumo humano.</li> <li>• Reciclaje doméstico de aguas servidas, sin contaminar el suelo.</li> <li>• Producción de alimentos vegetales en <i>earthships</i>.</li> </ul>
• Energía 2009 (octubre de 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia energética</li> <li>• Energía renovable</li> <li>• Medio ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de ahorro y eficiencia energética en edificios públicos.</li> </ul> <p>Papel ejemplizador del estado en la eficiencia energética y fomento de energías renovables. Mecanismos de financiación, casos europeos.</p>
• IV Foro Internacional Ciudad y Ambiente, Quito 2009 (junio de 2009)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación sustentable del patrimonio natural</li> <li>• Paradigmas y escenarios emergentes para el desarrollo ambiental</li> <li>• Arquitectura y Planificación Ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Green Design</i>. Quito: Un foco para el desarrollo sostenible.</li> <li>• Eco-eficiencia, motor de una arquitectura VIVA.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1er Congreso Ecuatoriano de Gestión Ambiental Urbana &amp; Expoambiental Urbana (junio de 2009)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión del aire y ruido</li> <li>• Gestión del agua urbana</li> <li>• Gestión de residuos sólido y desechos especiales</li> <li>• Gestión de riesgos naturales y tecnológicos al ambiente urbano</li> <li>• Institucionalidad e instrumentos de la Gestión Ambiental Urbana</li> <li>• Áreas verdes, zonas de protección ecológica y educación ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión del aire y ruido: Impacto sobre la salud humana y ambiental, Movilidad urbana, calidad del aire y ruido, Combustibles alternativos, energía renovable y eficiencia energética en el medio urbano</li> <li>• Gestión del agua urbana: Manejo de escorrentía superficial urbana</li> <li>• Gestión de residuos sólidos y desechos especiales: Experiencias de reducción, separación, reutilización y reciclaje.</li> <li>• Gestión de riesgos naturales y tecnológicos al ambiente urbano: Evaluación del impacto y del riesgo ambiental urbanos, Mitigación y adaptación de las ciudades al Cambio Climático.</li> <li>• Institucionalidad e instrumentos de la Gestión Ambiental Urbana: Políticas, Estrategias y Planes de Acción.</li> <li>• Áreas verdes, zonas de protección ecológica y educación ambiental: Recuperación y manejo de áreas verdes y zonas de protección ecológica.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conferencias Magistrales del convenio Universidad Internacional del Ecuador-Harvard University (enero de 2009)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuidado del medio ambiente</li> <li>• Construcción sustentable</li> <li>• Sustentabilidad aplicada a los negocios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de viviendas sustentables</li> <li>• Selección de materiales de construcción de bajo consumo energético</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conferencias de la Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER) (enero de 2009)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medio Ambiente urbano</li> <li>• Becas de estudio en medio ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacia un desarrollo urbano responsable: Las cubiertas verdes y sus beneficios ambientales.</li> <li>• Los edificios enfermos, sus causas y efectos sobre sus ocupantes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Congreso Internacional de Fibras Naturales (noviembre de 2008)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales de Construcción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casas de Ferro-cemento.</li> <li>• El bambú en la construcción ecuatoriana.</li> <li>• Aplicaciones diversas del abacá.</li> <li>• Tendencias sobre el uso de fibras naturales.</li> <li>• Aprovechamiento de residuos de fibras naturales.</li> <li>• Evaluación de tres variedades de lino para la obtención de fibras.</li> <li>• Potencialidad de la fibra natural para la producción de materiales de construcción.</li> <li>• Industrialización de fibras naturales ecuatorianas (aplicaciones prácticas).</li> <li>• Materiales compuestos.</li> <li>• Conformación de redes para la investigación y desarrollo de las fibras naturales.</li> </ul>

Fuente: Páginas web oficiales de los eventos y artículos de prensa

Elaboración: Pablo Daza

#### **4.1.3. Breve diagnóstico de la construcción sostenible de edificios en Quito**

La construcción sostenible de edificios en Quito es una práctica lejanamente habitual pero es una actividad en alza evidenciada por pocos ejemplos de edificios de mejor desempeño ambiental como el edificio corporativo de *Ecuador Bottling Company Corp.*, el cual será analizado posteriormente. Los casos de uso de energía solar térmica y fotovoltaica en edificios en Quito son más numerosos pero éstos aplican dicha estrategia aisladamente para ahorrar gastos por energía. Otros proyectos fuera de la ciudad, fundamentalmente casas, refugios ecológicos en zonas remotas y sedes de organizaciones no gubernamentales, son cada vez más numerosos con la llegada de extranjeros que vienen al Ecuador para realizar investigación científica, labor social o para radicarse en el país.

Hay poca investigación y aplicación práctica de la construcción sostenible de edificios por la falta de conocimientos sobre la importancia de esta actividad lo cual es un problema cultural que se presenta en todos los países en desarrollo. El surgimiento lento de la construcción sostenible de edificios en Quito se debe a la paulatina llegada de profesionales e inversionistas extranjeros y al surgimiento de profesionales locales con formación en el exterior o con influencias foráneas.

La práctica de edificios “inteligentes” tiene un mayor número de experiencias en la ciudad de Quito comparado a los edificios sostenibles y demuestra interés del sector de la construcción local en aplicar nuevas tecnologías, constituyéndose en una oportunidad para introducir innovaciones relacionadas a edificios sostenibles.

Los proyectos denominados “ecológicos” por promotores nacionales e internacionales son criticados por la comunidad profesional local debido a que éstos incorporan elementos ambientalmente preferibles de manera aislada, inefectiva y simbólica aprovechando de la publicidad que ello implica<sup>1</sup>. Otros profesionales locales afirman que los edificios sostenibles no son la mejor solución a los problemas ambientales urbanos ya que consideran que se debe desarrollar planificación urbana aplicándose estrategias ambientalmente preferibles en áreas urbanas enteras y no aisladamente en edificios.

---

<sup>1</sup> Diario El Comercio. Arquitectura y Ambiente. Internet. [ww1.elcomercio.com/solo\\_texto\\_search.asp?id\\_noticia=197101&anio=2009&mes=9&dia=19](http://ww1.elcomercio.com/solo_texto_search.asp?id_noticia=197101&anio=2009&mes=9&dia=19). Acceso: 2009-12-22.

En cuanto a normativa técnica, se están considerando temas relevantes como, por ejemplo, el empleo de paneles solares térmicos y fotovoltaicos para el nuevo Código Ecuatoriano de la Construcción. Estas normas estarán vigentes en un futuro próximo.<sup>2</sup>

A pesar de su débil acercamiento hacia los problemas de sostenibilidad urbana, los recientes esfuerzos en Quito a favor de la construcción sostenible de edificios demuestran nuevas habilidades de los profesionales de la construcción y creciente interés y reconocimiento del público en general.

#### 4.2. Reconocimientos a la construcción sostenible de edificios

El reconocimiento a los méritos destaca las prácticas ejemplares y beneficiosas para la sociedad mejorando la imagen corporativa de las organizaciones. Esto contribuiría al incremento de la construcción sostenible de edificios a nivel local porque motivaría a universidades y a empresas para investigar e invertir en proyectos relacionados.

A continuación se presentan algunos reconocimientos que pueden estar al alcance de estudiantes y profesionales locales, reconociendo de alguna manera los esfuerzos en construcción sostenible de edificios:

**Tabla 4.2.** Reconocimientos relacionados a la construcción sostenible de edificios al alcance de estudiantes y profesionales locales.

<p style="text-align: center;"><b>Premio Ornato “Ciudad de Quito” – Concurso local, dentro del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)</b></p> <p><b>Organizador:</b> Secretaría de Ordenamiento Territorial del Municipio del DMQ (convocante) y Concejo Metropolitano de Quito (otorgante).</p> <p><b>Descripción general:</b> Concurso anual que reconoce a las mejores obras arquitectónicas, urbanísticas, de intervención en edificaciones patrimoniales y en espacios públicos, construidas en el DMQ. Valora la propuesta arquitectónica, el diseño, la funcionalidad, uso de los materiales y el diálogo con el entorno. Valora la función social de la arquitectura. Reconoce al proyecto que constituya un hito y un referente para la Ciudad.</p> <p><b>Participantes:</b> Participan obras nuevas construidas dentro del DMQ en las siguientes categorías:</p> <p>A- Nuevas edificaciones y/o conjuntos destinados a vivienda unifamiliar.</p> <p>B- Nuevas edificaciones y/o conjuntos destinados a vivienda multifamiliar.</p> <p>C- Nuevas edificaciones y/o conjuntos destinados a usos diferentes a vivienda.</p> <p>D- Intervenciones en edificaciones existentes ubicadas en zonas protegidas del DMQ y arquitectura nueva de integración en áreas históricas.</p> <p>E- Obras urbanísticas e intervenciones en espacios públicos.</p> <p><b>Beneficios entregados:</b> Reconocimiento público y documentado a las obras que alcancen el primer lugar en su categoría correspondiente. Mención honorífica a participantes destacados.</p>
---

<sup>2</sup> Consulta a Ing. Diego Sánchez, Energía y Ambiente Cía. Ltda., Quito.

<b>Premio Holcim – Concurso internacional</b>
<p><b>Organizador:</b> Fundación Holcim para la Construcción Sostenible de la compañía cementera suiza Holcim.</p> <p><b>Descripción general:</b> Concurso anual que intenta seleccionar y apoyar iniciativas que combinen soluciones de la construcción sostenible con excelencia arquitectónica y mejoramiento de la calidad de vida más allá de las soluciones técnicas en respuesta a las cuestiones tecnológicas, ambientales, socioeconómicas y culturales que afectan a la construcción.</p> <p><b>Participantes:</b> Arquitectos, ingenieros, planificadores, urbanizadores y contratistas que presenten proyectos que incorporen soluciones para la equidad social, preservación cultural, desempeño económico, protección ambiental, integración con la naturaleza y otros aspectos de la sostenibilidad urbana. Desde el año 2005 han participado 5000 proyectos provenientes de 120 países diferentes.</p> <p><b>Beneficios:</b> Incentivo económico y estatuilla.</p>
<b>Premio Eco-eficiencia – Concurso local, dentro de Guayaquil</b>
<p><b>Organizador:</b> Consejo Empresarial para el Desarrollo Sustentable del Ecuador (CEMDES), parte del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable (WBSCD por sus siglas en inglés), y Municipio de Guayaquil.</p> <p><b>Descripción general:</b> Concurso anual que pretende motivar a la Empresa Privada a cumplir con criterios de Eficiencia, Responsabilidad Social y de Manejo Ambiental en sus procesos.</p> <p><b>Participantes:</b> Empresas privadas de industrias en general.</p> <p><b>Beneficios:</b> Reconocimiento público y documentado a las empresas que alcancen el primer lugar.</p>
<b>Premio Odebrecht para el Desarrollo Sostenible – Concurso nacional (Brasil)</b>
<p><b>Organizador:</b> Fundación Odebrecht de la Constructora Norberto Odebrecht S.A. (Brasil).</p> <p><b>Descripción general:</b> Concurso anual que se enfoca en las instituciones de educación superior en su interés por buscar soluciones a los problemas de sostenibilidad urbana y alimentaria.</p> <p><b>Participantes:</b> Estudiantes regulares de todas las edades y nacionalidades de las carreras de ingeniería, arquitectura o agronomía en instituciones de educación superior reconocidas por el Ministerio de Educación de Brasil en equipos de hasta 3 estudiantes que presenten proyectos de investigación sobre construcción y agronomía sostenibles.</p> <p><b>Beneficios:</b> Reconocimiento e incentivo económico a estudiantes, profesores orientadores e instituciones de educación superior involucrados en el proyecto ganador. Publicación anual de los proyectos ganadores en un libro.</p>

Fuente: Varias<sup>3</sup>; Elaboración: Pablo Daza

<sup>3</sup> Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Premio Ornato Ciudad de Quito 2009. Internet. [www.quito.gov.ec/premio\\_ornato2009/premiosc.htm](http://www.quito.gov.ec/premio_ornato2009/premiosc.htm). Acceso: 2009-09-17.

DMPT - Dirección Metropolitana de Planificación Territorial. Premio Ornato “Ciudad de Quito”. Internet. [www4.quito.gov.ec/ornato.htm](http://www4.quito.gov.ec/ornato.htm). Acceso: 2009-09-17.

Consejo Metropolitano de Quito, “Reconocimiento a un edificio que priorizó lo ecológico”, Ornato (Quito), s/n (4, enero, 2009), 14-15.

Holcim Foundation for Sustainable Construction. Introduction. Internet. [www.holcimfoundation.org/T222/Introduction.htm](http://www.holcimfoundation.org/T222/Introduction.htm). Acceso: 2009-09-17.

El Premio Ornato no es un reconocimiento dirigido expresamente a edificios sostenibles, pero reconoce ciertas cualidades de los mismos como ocurrió el 4 de enero de 2009 cuando el Concejo Metropolitano de Quito otorgó una Mención de Honor del Premio Ornato “Ciudad de Quito” en la categoría C (Nuevas edificaciones y/o conjuntos destinados a usos diferentes a vivienda) a los constructores del edificio corporativo de *Ecuador Bottling Company Corp.* por su innovadora arquitectura y por ecologismo. Los Premios Holcim son promovidos en el Ecuador, pero los participantes locales aún no han alcanzado distinciones en este concurso mientras que Colombia, Chile, México y Brasil ya han generado proyectos ganadores. El Premio Eco-eficiencia ha sido otorgado a empresas de alimentos, bebidas y materiales de construcción (Holcim en el año 2006) y también podrían participar empresas constructoras. El Premio Odebrecht está al alcance de estudiantes ecuatorianos en universidades brasileñas, pero además este reconocimiento es un ejemplo de responsabilidad social y ambiental para las empresas constructoras del Ecuador.

Dichos reconocimientos no han logrado popularizar significativamente a la construcción sostenible de edificios entre estudiantes y profesionales de Quito. Esto se debe a la poca difusión sobre algunos concursos, la baja probabilidad de ganar debido al elevado nivel de competencia en tales concursos, la falta de apoyo continuo que requieren las iniciativas ganadoras para su implementación y mejoramiento, el limitado número de reconocimientos, falta de incentivos económicos, entre otros factores. Esto sugiere la creación de más reconocimientos públicos o privados a nivel local que superen estas limitaciones y así impulsar a la construcción sostenible en el país en general.

---

CEMDES – Consejo Empresarial para el Desarrollo Sustentable del Ecuador. Premio Eco-eficiencia. Internet. [www.cemdes.org/premio.html](http://www.cemdes.org/premio.html). Acceso: 2009-09-17.

Construtora Norberto Odebrecht S.A.. Prêmio Odebrecht para o Desenvolvimento Sustentável 2009. Internet. [www.odebrecht.com/premioodebrecht /home\\_principal.php](http://www.odebrecht.com/premioodebrecht/home_principal.php). Acceso: 2009-09-17.

### **4.3. Caso práctico: edificio corporativo de *Ecuador Bottling Company Corp. (EBC)*<sup>4</sup>**

#### **4.3.1. Introducción**

El caso seleccionado para el siguiente estudio práctico es el edificio corporativo de *Ecuador Bottling Company Corp.* por las siguientes razones:

- Este caso es un referente para la construcción sostenible en Quito ya que es el primer edificio de oficinas diseñado y construido con visión de sostenibilidad en dicha ciudad. La Mención de Honor entregada por el Concejo Metropolitano de Quito en el concurso Premio Ornato “Ciudad de Quito” del año 2009 confirma este motivo.
- Se han incorporado múltiples estrategias de mitigación de impactos ambientales de la construcción y operación de edificios con bases técnicas y con profesionalismo por parte de los diseñadores y constructores.

El siguiente estudio de caso consiste en una revisión de las principales características de sostenibilidad del proyecto y una simulación de evaluación del mismo conforme a los criterios de evaluación establecidos en el formulario del discutido sistema de certificación Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental del año 2009 para edificios nuevos (LEED-NC 2009 por sus siglas en inglés). Dicha evaluación simulada servirá para estudiar la aplicabilidad del sistema LEED en edificios locales y, si es posible, estimar qué nivel de reconocimiento merecería el proyecto (Certificado, Plata, Oro o Platino) o bien si éste podría calificarse como “sostenible” o no.

#### **4.3.2. Datos generales del proyecto**

- Propietario: *Ecuador Bottling Company Corp. (EBC)*
- Diseñador: Arq. Jaskran Kalirai y equipo del estudio de arquitectura “Estudio A0”.
- Constructor: Constructora TORADEINC S.A.
- Ubicación: Panamericana Norte Km 12 1/2, Quito, Ecuador.
- Características:
  - Superficie: 4.000 m<sup>2</sup> en total, 2.000 m<sup>2</sup> de oficinas
  - Plantas: 1 subsuelo, 3 plantas de oficinas, 1 planta de espacios comunales.
  - No. ocupantes: 180 empleados.
  - Estacionamientos: 110 puestos.

---

<sup>4</sup> Entrevista a Arq. Jaskran Kalirai, Constructora TORADEINC S.A. y Estudio A0, Quito.

- Tipo de estructura: Vigas y columnas de estructura metálica y losas tipo *deck* o Novalosa® (placa de acero estructural galvanizada con corrugación trapezoidal usada para la construcción de losas de hormigón en edificaciones).
- Tipo de paredes: Mampostería de bloques huecos de hormigón.
- Costo aproximado: USD\$ 1'400.0000 en total, USD\$ 350/m<sup>2</sup>.

#### **4.3.3. Características de sostenibilidad del proyecto**

- *Integración con el entorno y uso adecuado del suelo*

La construcción influyó a un área definida por un radio de 25 km desde el proyecto, favoreciendo a proveedores de materiales locales y reduciendo parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el transporte de materiales.

El edificio fue construido en una zona deprimida económicamente ya que está rodeado de plantas industriales y asentamientos de la clase social baja. Está ubicado en un área previamente urbanizada, cercana a la mayoría de funciones básicas urbanas (supermercados, bancos, etc.) y adyacente a una vía de circulación principal por donde circulan unidades de transporte público (avenida Panamericana).

Contrarresta el efecto de "isla de calor" mediante vegetación en la terraza (usando suelo de la capa vegetal que existía en el sitio de construcción), hormigón pintado de blanco en paredes y cubiertas (superficie altamente reflectante), existencia de árboles alrededor del edificio y uso de pavimentos reflectores (adoquines de hormigón).

Controla la escorrentía de aguas pluviales al reducir áreas pavimentadas innecesariamente (permitiendo la retención de agua en el suelo) y al aprovechar las aguas pluviales para uso de urinarios e inodoros.

Interactúa con el entorno al aprovechar la luz solar y las corrientes de aire naturales para la iluminación y climatización pasiva del interior.

El edificio conserva y restaura en su terraza parte de la vegetación perdida durante la construcción. La cubierta con vegetación y los jardines promueven la ocupación de animales nativos como aves e insectos. Las plantas y árboles que se encuentran en los jardines son de especies nativas y especies adaptadas al entorno.

**Gráfico 4.1.** Vegetación en la terraza



**Gráfico 4.2.** Jardines con plantas adaptadas y nativas



Fotos: Pablo Daza (cortesía de EBC)

- *Eficiencia en el consumo de energía*

Tiene iluminación y climatización que combina el diseño pasivo y activo (artificial) para reducir el consumo de energía para iluminación durante el 90% de una jornada de trabajo y para reducir el consumo energético para ventilación. La iluminación pasiva se centra en permitir la entrada vertical y horizontal de luz solar y manipularla según la ubicación del sol durante el día para que todos los espacios estén a no más de 6m de una entrada de luz natural. La ventilación pasiva del edificio aprovecha la corriente exterior de aire para que atraviese horizontalmente al edificio. Las luminarias son todas fluorescentes, se encienden sólo cuando falta iluminación suficiente en el interior y no pueden ser encendidas por los ocupantes sino por el administrador del edificio desde controles centralizados. La ventilación artificial o forzada está diseñada para compensar a la ventilación natural en los espacios más críticos como los que contienen computadores y equipos de imprenta.

La luz solar entra verticalmente al edificio a través de dos claraboyas, una para oficinas y otra para el ducto de escaleras. Las aberturas bajo las claraboyas alineadas verticalmente en cada piso forman “pozos de luz”, es decir, pasos verticales de luz natural. En las escaleras existe paso de luz natural y luz artificial (usada para compensar la luz natural y activada con la presencia de ocupantes) a través de las gradas al no haber contrahuellas.

La entrada de luz solar por las fachadas es controlada para evitar que la radiación solar golpee directamente el interior del edificio, especialmente entre las 10h00 y las 14h00. Esto se logra con la inclinación de las fachadas transparentes hacia afuera según la

posición del sol en tales horas, uso de “quebrasoles” (deflectores de luz en la cornisa) y elementos que reflejan la luz solar hacia el interior del edificio. Los reflectores emiten indirectamente radiación solar y se presentan en el edificio en forma de “repisas de luz” (elementos en voladizo inclinados hacia arriba y de color blanco que están bajo las ventanas de las fachadas laterales) y de un “espejo de agua” (piscina de agua a nivel de piso extendida a lo largo de la base de la fachada frontal que refleja luz hacia arriba).

**Gráfico 4.3.** Repisas de luz



**Gráfico 4.4.** Quebrasoles



**Gráfico 4.5.** Espejo de agua



Fotos: Pablo Daza (cortesía de EBC)

Las fachadas laterales del edificio reciben mayor radiación solar y almacenan energía térmica en sus materiales durante el día, compensando la pérdida de calor durante la noche que se produce a través de las fachadas de vidrio. Por último, durante la operación del edificio los ocupantes no utilizan el ascensor sino se trasladan por medio de las escaleras para reducir el consumo de energía. El uso del ascensor está reservado solamente para personas con limitaciones físicas o para visitantes especiales.

- *Consumo racional de agua*

Contiene un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales donde se recolecta el agua que cae sobre la cubierta del edificio, la cubierta de la entrada posterior y los

parqueaderos. El agua recolectada en la cubierta se filtra en una capa de grava y rejillas de entrada hacia las bajantes. El agua recolectada se almacena en una cisterna a nivel del piso, recibe tratamiento de filtración y luego es bombeada hacia inodoros y urinarios.

Otras estrategias de ahorro de agua incluyen el equipamiento de baños con inodoros ahorradores de agua de tipo descarga dual (*dual-flush*) y grifos tipo “*Pressmatic*” (se activan por un corto tiempo), y vegetación en terraza y jardines con bajo requerimiento de riego ya que contienen plantas nativas y otras adaptadas al clima.

**Gráfico 4.6.** Superficie de captación en cubierta: vegetación y piso de grava



**Gráfico 4.7.** Superficie de captación en entrada posterior: cubierta cóncava



**Gráfico 4.8.** Rejilla de recolección de aguas pluviales en terraza



**Gráfico 4.9.** Cajas de revisión del sistema de aprovechamiento de aguas pluviales



Fotos: Pablo Daza (cortesía de EBC)

- *Gestión de los materiales de construcción en el ciclo de vida*

Se usaron insumos de construcción en su mayoría locales para motivar el desarrollo de la industria nacional y se redujo la cantidad de los mismos mediante el diseño de oficinas abiertas y de baterías sanitarias. Este aprovechamiento del espacio significa la eliminación de paredes innecesarias y la reducción en la cantidad de insumos para crear espacios individuales o separados.

La estructura de acero del edificio tiene méritos ambientales como la reducción del volumen y peso de materiales en el edificio, es reciclable y contiene acero reciclado. La estructura también es más liviana por el uso de losas tipo “deck” o “Novalosa”. La ligereza del edificio finalmente reduce el tamaño de la cimentación.

El ventanaje del edificio fue diseñado para minimizar el uso de aluminio hasta en un 80% respecto a un ventanaje convencional. Esto se logró haciendo que los vidrios se unan entre sí mediante mordazas metálicas en lugar de usar marcos de perfiles de aluminio y apoyándolos de la estructura principal con suspensores. Además, el uso de vidrio convencional no laminado utilizado en ventanaje trae otros beneficios como el mejoramiento de la iluminación natural y la capacidad de reciclaje de los materiales del edificio.

Los quebrasoles fueron hechos de paneles metálicos que provienen del aeropuerto de Guayaquil por lo que existe un pequeño contenido de materiales reutilizados.

**Gráfico 4.10.** Fachada frontal con quebrasoles de material reutilizado y ventanaje sin marcos de aluminio suspendido de la estructura principal.



Foto: Pablo Daza (cortesía de EBC)

- *Protección de la salud de los ocupantes*

El proyecto intenta incrementar la productividad de los ocupantes eliminando varias causas del efecto de “edificio enfermo”. Se aumentó el contacto con el entorno entregando vista al exterior, luz natural, espacios con vegetación y espacios de descanso al aire libre. Las oficinas abiertas han logrado que mejore el compañerismo y comunicación entre empleados de diferentes departamentos, mejorando el ambiente laboral. Finalmente, el edificio tiene ventilación adecuada según el número de ocupantes y el espacio en el interior.

- *Otras características*

El edificio posee características adicionales como facilidades para personas con limitaciones físicas (rampas para sillas de ruedas, parqueaderos reservados), señalización para situaciones de emergencia, señalización de tránsito vehicular y equipamiento para protección contra incendios.

- *Impactos sociales*

La construcción del edificio empleó a muchos profesionales y artesanos locales haciendo que todo lo aprendido en el proceso fortalezca la experiencia y conocimiento sobre construcción sostenible en Quito.

Los proyectistas y el propietario ayudan a difundir información sobre construcción sostenible al mostrar el edificio a visitantes externos interesados (p.ej., estudiantes de ingeniería y arquitectura y periodistas) y al dar charlas sobre las características del edificio en las universidades locales. Además, EBC es parte de una corporación de gran prestigio internacional por lo que agrega fama al edificio y puede influenciar a otras empresas.

Los proyectistas propusieron al propietario un edificio con características de sostenibilidad, lo que indica que por el momento la nueva demanda por edificios sostenibles no es exigida por el consumidor sino que es generada por oferentes como diseñadores y constructores. Esto puede deberse a la falta de conciencia en la sociedad sobre los problemas ambientales de los edificios y por eso actualmente es responsabilidad de los proyectistas el mostrar alternativas más sostenibles al consumidor.

#### 4.3.4. Simulación de evaluación del proyecto conforme a los criterios de evaluación del sistema de certificación LEED-NC 2009

Se han seleccionado los estándares LEED-NC 2009 para poder identificar los méritos ambientales en el diseño y construcción del edificio. La siguiente simulación de evaluación se realizará de forma apreciativa ya que no existen datos precisos y documentación que ayude a verificar el cumplimiento a los criterios de evaluación, considerando que el edificio no se sometió formalmente al proceso de certificación LEED. Por esta razón, el objetivo del ejercicio se limita a señalar las características que tiene el edificio relacionadas a los estándares de LEED, identificando los problemas que puedan suceder en el proceso de evaluación para el futuro análisis. Los cálculos y datos del edificio no serán incluidos en el trabajo para respetar el acuerdo de confidencialidad entre el autor y EBC.

Por el grado de aproximación de la evaluación simulada, los criterios de evaluación que se señalen como cumplidos no expresarán el cumplimiento estricto de los mismos sino que solamente mostrarán aquellos criterios que el edificio habría podido cumplir si se hubiese sometido formalmente al proceso de certificación.

Primero, se define al área de influencia del proyecto como el área del terreno que es propiedad de EBC (incluye instalaciones industriales) y se considera que el edificio tiene las características para cumplir potencialmente con todos los Requerimientos Mínimos del Programa (MPRs por sus siglas en inglés) por sus dimensiones y su nivel de ocupación (bajo el supuesto de que se compartirán los datos de consumo con USGBC durante los primeros 5 años de ocupación para cumplir con el MPR 6).

A continuación se resume la evaluación del edificio conforme a la lista de chequeo del sistema LEED-NC 2009, justificando el puntaje recibido en cada criterio de evaluación:

**Tabla 4.3.** Resumen de la evaluación LEED del edificio corporativo de EBC.

Prerrequisito / Crédito	Pts.	Justificación	Observaciones
<b>Categoría 1: Sitios Sostenibles</b>			
Prerrequisito 1: Prevención de la contaminación durante la etapa de construcción	Sí	No se generó erosión, sedimentación en cauces de agua ni contaminación del aire con polvo. Parte del suelo de excavación se reservó durante la construcción para la vegetación en la terraza.	La historia fotográfica del proceso de construcción confirma este hecho, pero realmente se debería presentar un plan de manejo ambiental.

Crédito 1: Selección del sitio	1	El edificio no fue emplazado en ninguno de los terrenos descritos en este criterio.	
Crédito 2: Densidad urbana y conectividad con la comunidad	5	Cumple con la Opción 2 (conectividad con la comunidad) al estar ubicado en un área previamente urbanizada y al tener cercanía a un área residencial con cierta densidad, con cercanía a un mínimo de servicios básicos y con acceso peatonal a tales servicios.	Según el mapa de densidad del Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS) del DMQ <sup>5</sup> , el edificio está ubicado cerca de la zona más densamente poblada de la ciudad (Carapungo, con más de 300 habitantes por hectárea).
Crédito 3: Desarrollo de zonas deprimidas	1	El edificio está emplazado en una zona industrial previamente urbanizada y posiblemente contaminada.	A pesar de existir industrias en la zona, ésta no está definida como zona de uso industrial por el mapa de Uso General del Suelo contenido en el PUOS.
Crédito 4.1: Transporte alternativo: acceso al transporte público	6	El edificio está emplazado a menos de 400 m (1/4 de milla) de una parada de bus para uso de los ocupantes.	El edificio está junto a la avenida Panamericana por donde opera el sistema de transporte público.
Crédito 4.2: Transporte alternativo: Almacenamiento de bicicletas y vestidores para ciclistas	-	No provee estas instalaciones.	
Crédito 4.3: Transporte alternativo: vehículos de bajas emisiones y eficientes en combustibles	-	No provee estacionamientos con preferencia para vehículos de bajas emisiones y eficientes en combustibles.	
Crédito 4.4: Transporte alternativo: capacidad de los estacionamientos	-	No provee estacionamientos con preferencia para furgonetas o automóviles compartidos.	
Crédito 5.1: Desarrollo del sitio: protección o restauración de hábitats	-	Encaja en el Caso 2 (áreas previamente urbanizadas). Restaura el área del sitio con vegetación adaptada y nativa, pero no en más del 50% del área del sitio (excluyendo la huella del edificio) ni más del 20% del área total del sitio. Se incluyó el área de cubierta con vegetación.	

<sup>5</sup> DMPT - Dirección Metropolitana de Planificación Territorial. Planes. Internet. [www4.quito.gov.ec](http://www4.quito.gov.ec). Acceso: 2009-12-07.

Crédito 5.2: Desarrollo del sitio: maximización de espacios abiertos	1	Encaja en el Caso 1 (sitios con requerimientos locales de ocupación de suelo). Excede en 25% el espacio abierto requerido por el PUOS para un terreno de tipo A604-50.	El tipo de terreno del sitio se obtuvo mediante el Mapa de Ocupación y Edificabilidad General del PUOS.
Crédito 6.1: Manejo de la escorrentía de aguas pluviales: control de cantidad	1	Encaja en el Caso 1 (áreas impermeables existentes menores al 50% del área del sitio) y cumple con la Opción 2 al tener canales de drenaje protegidos de la erosión y estrategias para la retención de aguas pluviales (aprovechamiento de aguas pluviales, vegetación en la terraza, jardines exteriores).	
Crédito 6.2: Manejo de la escorrentía de aguas pluviales: control de calidad	1	La mayoría de la cantidad de aguas pluviales es capturada en áreas con vegetación y es recolectada y tratada para uso en los inodoros y urinarios del edificio. El agua pluvial captada en la terraza se filtra en la capa vegetal y en una capa de grava.	El requerimiento exige el capturar el 90% de la lluvia de diseño según normas estadounidenses. Esto debe confirmarse según las características del sitio.
Crédito 7.1: Efecto de isla de calor: áreas construidas sin cubierta	1	Cumple con la Opción 1 al usar las siguientes estrategias en las áreas construidas sin cubierta: sombra de árboles, sombra del edificio (que a su vez es reflector) y pavimentos con un Índice de Reflejo Solar (SRI por sus siglas en inglés, medida de "albedo") de por lo menos 29% (adoquines de hormigón y pisos de piedra de color claro).	El SRI de cada tipo de superficie se obtuvo en una tabla que relaciona diversos materiales con sus propiedades de reflexión solar, comprobándose que son superiores a 29%. <sup>6</sup>
Crédito 7.2: Efecto de isla de calor: áreas con cubierta	1	Cumple el criterio de la Opción 3 al tener un área de cubierta de baja pendiente combinada entre materiales con SRI mayor a 78% (hormigón pintado de blanco) y cubierta con vegetación.	Ibíd. Crédito 7.1.
Crédito 8: Reducción de la contaminación lumínica	1	Cumple la Opción 1 para luz proveniente del interior al no producirse emisión de luz desde el interior entre las 23h00 y 05h00. La iluminación exterior es tenue y suficiente para la comodidad de los ocupantes. La iluminación exterior para las fachadas sólo se usa en eventos especiales nocturnos.	El cumplimiento a los requerimientos de iluminación exterior debería verificarse con el valor en sitio de la iluminancia (flujo luminoso que recibe una unidad de superficie).
Suma Parcial	19	Cumple con los prerrequisitos por lo que se validarían los puntos ganados en ciertos créditos.	Cumple con 10 de los 14 créditos propuestos y gana 19 de los 26 puntos posibles.

<sup>6</sup> PCA - Portland Cement Association y Concrete Thinking. Heat Island Reduction. Internet: [www.concretethinker.com/solutions/Heat-Island-Reduction.aspx](http://www.concretethinker.com/solutions/Heat-Island-Reduction.aspx). Acceso: 2010-02-10.

Categoría 2: Racionalización del consumo de agua			
Prerrequisito 1: Reducción en el consumo de agua	Sí	El edificio logra una reducción en el consumo de agua mayor al 20% respecto a la línea base.	Este hecho es una apreciación del diseñador del edificio bajo el criterio de que hay varias estrategias de consumo eficiente de agua y que considera que la línea base es exageradamente alta para la realidad local (la línea base es estimada según patrones de consumo de un ciudadano estadounidense que posiblemente consume más agua que un ecuatoriano). Podría compararse el consumo de agua del edificio respecto a una línea base local calculada considerando un consumo promedio de 50 litros por ocupante por día para edificios convencionales de oficinas <sup>7</sup> , pero esta comparación es imposible ya que el edificio comparte el medidor de agua con las instalaciones industriales de EBC y se desconoce su consumo individual de agua.
Crédito 1: Eficiencia en el riego de plantas y jardines	2	Cumple con la Opción 1 al aplicar estrategias como uso de plantas nativas y adaptadas y aprovechamiento de aguas pluviales, reduciendo el consumo de agua para irrigación en 50% comparado al consumo ordinario para este fin.	De nuevo, este hecho es una apreciación y debe ser verificado con valores reales.
Crédito 2: Tecnologías para la reducción de aguas residuales	2	El edificio consigue una reducción del 50% en la descarga de agua al sistema de alcantarillado.	Ibíd. Crédito 1.
Crédito 3: Reducción en el consumo de agua	4	Consigue una reducción superior al 40% en el consumo de agua comparando a la línea base.	Ibíd. Prerrequisito 1.
Suma Parcial	8	Cumple con los prerrequisitos por lo que se validarían los puntos ganados en ciertos créditos.	Cumple con 3 de los 3 créditos propuestos y gana 8 de los 8 puntos posibles.

<sup>7</sup> Guillermo Burbano. Tablas y gráficos para dimensionamiento de instalaciones sanitarias de edificios. Quito, Facultad de Ingeniería, PUCE, s.f. p. 9.

Categoría 3: Energía y Atmósfera			
Prerrequisito 1: Fiscalización básica en las instalaciones eléctricas	Sí	Los sistemas eléctricos de iluminación y climatización recibieron fiscalización durante la realización del proyecto.	Deberían verificarse de manera detallada y documentada de que se cumplieron las actividades de fiscalización detalladas en este Prerrequisito.
Prerrequisito 2: Desempeño energético mínimo	Sí	El edificio logra una reducción en el consumo de energía mayor al 10% respecto a la línea base.	Este hecho es una apreciación del diseñador del edificio bajo el criterio de que hay varias estrategias de consumo eficiente de energía y que considera que la línea base es exageradamente alta para la realidad local (la línea base es estimada según patrones de consumo de un ciudadano estadounidense que posiblemente consume más agua que un ciudadano ecuatoriano). Podría compararse el consumo de energía del edificio respecto a una línea base local calculada considerando un consumo promedio de 50 a 55 KWh mensuales por cada 100 m <sup>2</sup> para edificios convencionales de oficinas <sup>8</sup> , pero esta comparación es imposible ya que el edificio comparte el medidor de electricidad con las instalaciones industriales de EBC y se desconoce su consumo individual de energía.

<sup>8</sup> Notas del curso de Instalaciones Eléctricas, Facultad de Ingeniería, PUCE.

Prerrequisito 3: Manejo básico de refrigerantes	No	El sistema de climatización usa en las oficinas principales gases refrigerantes R 22 que contienen clorofluorocarbonos (CFC), por lo tanto no cumple con el prerrequisito.	El proveedor del sistema de climatización señaló que recientemente se están manejando refrigerantes sin CFC en la marca utilizada en el edificio, lo que significa que de haberse construido el edificio en otro momento, éste habría contado con refrigerantes sin CFC <sup>9</sup> . Sin embargo, este hecho anula la Categoría “Energía y Atmósfera” y por lo tanto toda la evaluación.
Crédito 1: Optimización del desempeño energético	1	El edificio logra una reducción en el consumo de energía por lo menos mayor al 12% respecto a la línea base (porcentaje correspondiente a 1 punto).	Ibíd. Prerrequisito 2. Si realizando el cálculo real del consumo de energía se consiguiesen porcentajes de ahorro mayores al 12%, se podrían otorgar más puntos, pero se estima que por lo menos se ha ganado 1 punto.
Crédito 2: Uso de energías renovables generadas en sitio	-	No posee sistemas de aprovechamiento de energías renovables.	
Crédito 3: Fiscalización avanzada en las instalaciones eléctricas	-	No se han implementado las actividades adicionales de fiscalización para los sistemas electrónicos detalladas en este criterio.	
Crédito 4: Manejo avanzado de refrigerantes	-	No cumple este crédito al utilizarse refrigerantes R 22.	
Crédito 5: Monitoreo del desempeño energético	-	No se han llevado a cabo las actividades de monitoreo descritas en este criterio.	
Crédito 6: Uso de energías públicas limpias	2	Más del 35% de la electricidad total consumida en el edificio proviene de fuentes renovables (energía hidroeléctrica).	Según CONELEC, el 53,89% de la electricidad del país proviene de fuentes renovables. Por esta razón, todos los edificios del Ecuador cumplirían con este criterio.
Suma Parcial	3	No cumple con uno de los prerrequisitos por lo que se no se validarían los puntos ganados en ciertos créditos.	El incumplimiento al Prerrequisito 3 anula los puntos ganados en toda la evaluación.

<sup>9</sup> Consulta a Ing. Pablo Rosero, ECOAIRE Aire acondicionado y ventilación, Quito.

Categoría 4: Materiales y Recursos			
Prerrequisito 1: Separación de residuos sólidos reciclables	No	No se realiza la separación y almacenamiento de todos los residuos sólidos reciclables descritos en este prerrequisito, sólo de papel y cartón.	Se deberían separar y almacenar todos los residuos reciclables señalados en LEED. Sin embargo, este Prerrequisito es difícil de cumplir porque en el DMQ no existen plantas de reciclaje para todos estos residuos. De todas formas, este hecho anula la Categoría "Materiales y Recursos" y por lo tanto toda la evaluación.
Crédito 1.1: Reutilización de edificios existentes: conservación de paredes, pisos y techos existentes	-	No había edificios en el sitio previo a la construcción del proyecto que provean materiales para su reutilización.	
Crédito 1.2: Reutilización de edificios existentes: conservación de elementos interiores no estructurales	-	No había edificios en el sitio previo a la construcción del proyecto que provean materiales para su reutilización.	
Crédito 2: Recuperación de residuos de construcción	-	No se ocuparon los escombros de construcción en otras actividades. El suelo reservado durante la construcción para colocar en la terraza no cabe en este criterio.	
Crédito 3: Reutilización de materiales	-	La incidencia en el presupuesto del proyecto del material reutilizado para la construcción de los quebrasoles no supera el 5%, por lo tanto no se otorgan puntos.	
Crédito 4: Contenido de materiales reciclados	2	El acero estructural contiene metal reciclado e incide en más del 20% en el presupuesto.	El porcentaje debe ajustarse según la proporción de metal reciclado en las piezas estructurales. Desconociéndose el origen del acero laminado de la estructura, no fue posible determinar esta proporción, pero se sabe que contiene metal de chatarra reciclada.

Crédito 5: Contenido de materiales locales	2	Casi la totalidad de los materiales utilizados en el proyecto fueron extraídos y fabricados a menos de 800 Km del proyecto, superando el requerimiento mínimo de 20% del presupuesto del proyecto correspondiente a insumos locales (a menos de 800Km del proyecto).	Todo insumo ecuatoriano (del área continental solamente) ayuda al cumplimiento de este criterio ya que el Ecuador (continental) está dentro de un círculo de 800 Km de radio (con centro en el proyecto).
Crédito 6: Uso de materiales rápidamente renovables	-	El edificio no tiene ningún elemento hecho de materiales rápidamente renovables (p.ej., pisos de bambú).	
Crédito 7: Uso de madera certificada por manejo forestal sostenible	-	Los elementos de madera utilizados en el edificio para acabados, puertas, pisos y muebles fijos no cuentan con una certificación de manejo forestal sostenible.	
Suma Parcial	4	No cumple con uno de los prerrequisitos por lo que se no se validarían los puntos ganados en ciertos créditos.	El incumplimiento al Prerrequisito 1 anula los puntos ganados en toda la evaluación.
<b>Categoría 5: Calidad Ambiental Interior</b>			
Prerrequisito 1: Requerimiento mínimo de calidad del aire interior	Sí	Se usó un sistema combinado de ventilación entre natural y forzada para cumplir con parámetros mínimos de calidad del aire interior.	El proveedor del sistema de climatización dimensionó los equipos siguiendo los requerimientos establecidos en las normas estadounidenses ASHRAE, las mismas que son referenciadas en LEED.
Prerrequisito 2: Restricción al consumo de tabaco	Sí	El consumo de tabaco está prohibido en el interior del edificio. Sólo está permitido fumar en la terraza y en áreas exteriores separadas al mismo. Existe señalización para establecer esta restricción.	Se debe insistir en que los fumadores permanezcan a más de 7,6 m de las entradas para cumplir estrictamente con este prerrequisito.
Crédito 1: Monitoreo de la entrega de aire al interior	-	El sistema de climatización no tiene dispositivos que detecten una posible falta de aire fresco en el interior.	Estos dispositivos se basan en la detección de los niveles de CO <sub>2</sub> en el aire, ayudando a dar una alerta en el momento en que el aire esté viciado y dé una sensación de sofocación.
Crédito 2: Ventilación incrementada	1	El sistema combinado de ventilación suministra aire fresco a la mayoría de espacios del edificio según los requerimientos de este criterio.	Este hecho se determinó de manera apreciativa y deberían verificarse con los datos y la documentación detallada en este Crédito.

Crédito 3.1: Plan de control de la calidad del aire en la etapa de construcción	1	Los materiales susceptibles de dañarse con humedad durante la construcción como el cielo falso fueron almacenados y protegidos dentro de una bodega. Los equipos de ventilación recibieron protección del polvo durante la construcción para evitar contaminación.	Los parámetros para climatización en la etapa de construcción no son considerados ya que no se requirió de climatización en esta etapa (para el confort de los trabajadores) por las condiciones climáticas favorables del sitio.
Crédito 3.2: Plan de control de la calidad del aire en la etapa pre-ocupacional	-	No se evacuó el aire interior previo a la ocupación del edificio. No se tomaron muestras del aire del interior para determinación de contaminantes en el aire.	La norma local equivalente para este criterio sería la Norma de Calidad del Aire Ambiente (Anexo 4 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente).
Crédito 4.1: Materiales de bajas emisiones: adhesivos y selladores	-		No es posible realizar la evaluación en este criterio porque los productos de bajas emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC por sus siglas en inglés) no están identificados como tales en el mercado nacional.
Crédito 4.2: Materiales de bajas emisiones: pinturas y recubrimientos	-		No es posible realizar la evaluación en este criterio porque la Norma Técnica Ecuatoriana cumplida por pinturas expendidas localmente (NTE 1544:2009) no contiene requisitos relacionados al contenido de VOC.
Crédito 4.3: Materiales de bajas emisiones: pisos	-		Ibíd. Crédito 4.1.
Crédito 4.4: Materiales de bajas emisiones: productos de madera	-	No se cumple con este crédito porque todos los productos de madera nacionales (p.ej., tableros contrachapados, tableros de MDF, etc.) se fabrican usando resina urea formaldehído <sup>10</sup> .	
Crédito 5: Control de contaminantes del interior	1	La exposición de los ocupantes a partículas y sustancias peligrosas es minimizada por la inexistencia de parqueaderos cerrados, filtración del aire entrante a los sistemas de ventilación forzada y aislamiento de materiales de limpieza en bodegas de conserjería.	

<sup>10</sup> Consulta a personal de EDIMCA (proveedores de productos de madera), Quito.

Crédito 6.1: Control de la iluminación	1	Todos los ocupantes tienen la posibilidad de ajustar la iluminación según las preferencias individuales y grupales. En espacios con grupos de ocupantes hay la posibilidad de encender y apagar luces después de pedir tal acción al administrador de la iluminación.	
Crédito 6.2: Control de la climatización	1	Todos los ocupantes tienen acceso a mecanismos de ajuste de la climatización para realizar cambios según sus preferencias (controles electrónicos y ventanas operables manualmente).	
Crédito 7.1: Diseño de la climatización	1	La climatización fue diseñada para brindar un clima confortable a los ocupantes según normas ASHRAE para estos sistemas.	
Crédito 7.2: Monitoreo de la climatización	1	Se instalaron sistemas de monitoreo para verificar las condiciones del clima interior según lo establecido en el diseño.	Según el proveedor del sistema de climatización, el comportamiento de los factores relacionados a la climatización podría ser observado en un monitor por parte del administrador del edificio.
Crédito 8.1: Iluminación natural	1	Casi la totalidad de las áreas regularmente ocupadas en el interior del edificio tiene luz natural durante el día mediante entradas horizontales y verticales de luz, implementándose estrategias para evitar exposición exagerada y directa a la radiación solar.	El cumplimiento a los requerimientos de este criterio se determinó en base a una apreciación visual de la iluminación exterior, pero debería medirse la iluminancia en el sitio para confirmar esta apreciación.
Crédito 8.2: Vista al exterior	1	Casi la totalidad de las áreas regularmente ocupadas en el interior del edificio tienen vista al exterior (excepto algunos baños).	
Suma Parcial	9	Cumple con los prerrequisitos por lo que se validarían los puntos ganados en ciertos créditos.	Cumple con 9 de los 15 créditos propuestos y gana 9 de los 15 puntos posibles.
<b>Categoría 6: Innovación y Proceso de diseño</b>			
Crédito 1: Innovación	-	No se han incluido estrategias que no se hayan contemplado en la norma o que excedan los requerimientos de la misma.	
Crédito 2: Asistencia de un profesional acreditado LEED	-	En el proceso de diseño no existió asistencia de un profesional acreditado LEED (LEED AP por sus siglas en inglés).	
Suma Parcial	0	No se han cumplido con los requerimientos de ningún crédito de esta categoría.	Cumple con 0 de los 2 créditos propuestos y gana 0 de los 6 puntos posibles.

Categoría 7: Prioridades Regionales			
Crédito 1: Prioridades Regionales	-	Al ser un proyecto fuera de los Estados Unidos, éste no puede ganar créditos por prioridades regionales determinadas por el Consejo de Construcción Sostenible de Estados Unidos (USGBC por sus siglas en inglés).	Gana 0 de los 4 puntos posibles.

Fuentes: LEED-NC 2009, consultas a personal de EBC, Estudio A0, TORADEINC, ECOAIRE y EDIMCA; notas de los cursos de la carrera de Ingeniería Civil de la PUCE, Asociación del Cemento Pórtland (PCA por sus siglas en inglés), Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), Dirección Metropolitana de Planificación Territorial del DMQ.

Elaboración: Pablo Daza

**Tabla 4.4.** Puntos posibles para el edificio corporativo de EBC.

Categoría	Puntos
Sitios Sostenibles	19
Racionalización del Consumo de Agua	8
Energía y Atmósfera	3
Materiales y Recursos	4
Calidad Ambiental Interior	9
Innovación y Proceso de Diseño	-
Créditos por Prioridades Regionales	-
<b>Puntaje</b>	<b>43</b>
<b>Nivel de Certificación LEED correspondiente a puntaje: Certificado</b>	

Fuente: LEED-NC 2009

Elaboración: Pablo Daza

#### 4.3.5. Comentarios

Durante la evaluación se experimentaron dificultades en el chequeo del cumplimiento a los requerimientos de la norma debido a la falta de documentación e indicadores que ayuden a verificar el cumplimiento de ciertos parámetros (p.ej., iluminancia en espacios, consumo de energía y agua, emisión de VOC en materiales de acabados, etc.). Además se observa que el uso de normas técnicas estadounidenses para evaluar varios aspectos en LEED impide la aplicación de estos estándares en el Ecuador. Por estas razones fue necesario

realizar la evaluación de forma apreciativa. Esto quiere decir que LEED es difícilmente aplicable a proyectos en el Ecuador y es necesario crear una norma adaptada a la realidad local.

El proyectista estudió formalmente sobre estrategias de minimización de los impactos ambientales de la construcción de edificios para diseñar el edificio. El resultado fue que el edificio potencialmente puede ganar 43 de los 110 puntos posibles en la evaluación con la lista de chequeo de LEED-NC 2009. De haberse sometido formalmente al proceso de certificación LEED-NC 2009 y de haber aplicado los correctivos para cumplir con los dos Prerrequisitos faltantes, el proyecto habría tenido la posibilidad de cumplir con 34 criterios de evaluación (8 prerrequisitos y 26 créditos) de los 57 propuestos (8 prerrequisitos y 49 créditos), validando un puntaje de 43, suficiente para obtener un Certificado LEED. El resultado es positivo porque, siendo el primer edificio de oficinas en Quito con características sostenibles, el edificio corporativo de EBC tiene un desempeño ambiental respetable.

El edificio podría aspirar a un grado de certificación mayor al alcanzado potencialmente (p.ej., Plata, Oro o Platino), pero en esta ocasión debería someterse a un proceso de certificación LEED para Edificios Existentes (LEED-EB por sus siglas en inglés) ya que el edificio está construido sin haberse aplicado LEED-NC. Para esto el propietario deberá reunir las características necesarias para el nivel de certificación deseado y documentarlas adecuadamente, sometiéndose de manera formal al proceso de certificación LEED.

La experiencia en la realización de este proyecto demostró que un proyectista puede proponer estrategias de sostenibilidad sin oposición a la normativa técnica local, siempre que exista predisposición del propietario. Los propietarios del edificio aceptaron implementar soluciones sostenibles y son muy abiertos en cuanto a compartir información relacionada al mismo para fines académicos ya que les interesa reducir su impacto ambiental y mejorar su imagen corporativa.

Las consideraciones en el uso de materiales han representado ahorros económicos en el presupuesto del proyecto, compensando en cierta medida los costos adicionales por incorporación del sistema de aprovechamiento de aguas pluviales. El resultado fue un costo de construcción de alrededor de USD\$ 350/m<sup>2</sup>, un valor sorprendentemente cercano al costo de construcción promedio de los edificios comerciales nuevos en Quito.

El resultado es sorprendente porque el proyecto mantuvo un costo normal a pesar del alto valor arquitectónico y de la incorporación de estrategias de construcción sostenible.

El proyecto es una edificación saludable, fue diseñado y construido aplicando los principios de la construcción sostenible (al tener consideraciones en todas las Categorías de LEED), es económicamente viable y ejerce una influencia positiva sobre la sociedad, por lo que podría calificarse como un “edificio sostenible” o “edificio de alto desempeño”.

Los ocupantes del edificio han expresado estar conformes al nuevo ambiente de trabajo, principalmente por el contacto incrementado con los demás ocupantes, abundante luz natural y vista al exterior. No obstante, existen quejas porque el clima resulta frío para algunos ocupantes y porque en ciertas horas algunos ocupantes reciben radiación solar directa en sus puestos de trabajo. Estos problemas han sido reconocidos por el proyectista y servirán para perfeccionar detalles en proyectos similares para el futuro.

## **CAPÍTULO 5: PARTICIPACIÓN SOCIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DE EDIFICIOS**

### **5.1. Diagnóstico de la participación social en la construcción y operación de edificios**

La participación social es un proceso político, democrático e inter-pedagógico que tiene como principal objetivo apoderar de manera equitativa a todos los actores sociales la toma de decisiones sobre temas de trascendencia para la sociedad para mejorar el desarrollo económico y social gracias a la contribución de los conocimientos y valores de todos los individuos y grupos de la población.<sup>1</sup>

Los constructores, industrias y proveedores se benefician económicamente de la construcción de edificios por la venta de insumos y de bienes inmuebles mientras que los propietarios de edificios se benefician del servicio que éstos brindan durante su ocupación. Por otro lado, la ciudadanía es un grupo afectado porque vive los efectos negativos de la construcción de edificios (generación de polvo, ruido y vibraciones, problemas en el tránsito, mal manejo de los de residuos sólidos, etc.) y de la operación de edificios (concentración de sustancias peligrosas en parqueaderos, exceso de ruido por actividades sociales, mal manejo de la basura, etc.) por lo que pueden generarse conflictos que deben resolverse con participación social.

En Quito existen muchos actores en la planificación, diseño, construcción y operación de edificios y su papel en la participación social influye en el desempeño de los edificios de diferentes maneras, como indican algunos ejemplos de la siguiente tabla:

---

<sup>1</sup> Miguel Lazo. Cambio Global de la Sociedad. Capítulo 37: Participación Social. Internet. [www.mailxmail.com/curso-cambio-global-sociedad/participacion-social](http://www.mailxmail.com/curso-cambio-global-sociedad/participacion-social). Acceso: 2009-09-21.

**Tabla 5.1.** Actores de la participación social en la planificación, diseño, construcción y operación de edificios.

Actor	Papel en la participación social	Manera en que influye en el desempeño ambiental de los edificios
Cámara de la Construcción de Quito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar a profesionales del sector de la construcción y ofrecer actividades, servicios y recursos para la normalización, mejoramiento y tecnificación de las prácticas constructivas.</li> <li>• Intervenir en la discusión de la elaboración de estándares y leyes relacionadas a la construcción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Populariza en el sector de la construcción ciertas prácticas que según sus impactos ambientales definen el desempeño ambiental de los edificios y del entorno urbano en general.</li> </ul>
Empresas constructoras e Inversionistas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar estudios de mercado y exposiciones dirigidas a los posibles compradores para encontrar las necesidades y exigencias de los consumidores para diseñar los edificios.</li> <li>• Relacionarse con la Secretaría de Ambiente durante la planificación, diseño y construcción de los proyectos para cumplir con las normas ambientales obligatorias.</li> <li>• Propiciar la comunicación entre constructores y ciudadanía afectada por los proyectos para informar sobre sus actividades y resolver posibles conflictos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta de experimentación en el área de edificios de alto desempeño ambiental priva al consumidor de opciones más sostenibles.</li> <li>• Su grado de responsabilidad en cumplir las normas ambientales determina la efectividad en manejo ambiental de los proyectos que ejecutan.</li> <li>• La comunicación temprana y oportuna entre constructores y ciudadanos atenúa los conflictos que suelen producirse por las molestias causadas durante la construcción.</li> </ul>
Empresas Municipales de Servicios Básicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear la calidad de los servicios básicos que se dan a edificios en operación como agua potable, alcantarillado, energía y recolección de basura mediante encuestas a los usuarios y respuesta a inquietudes de los mismos.</li> <li>• Emitir recomendaciones dirigidas a los usuarios de los servicios para el consumo racional del agua y energía y para el manejo adecuado de los residuos sólidos a través de medios como la televisión, Internet y hojas informativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su capacidad para entregar estos servicios a toda la ciudad influye en las condiciones de vida en el entorno urbano y depende de la interacción que exista entre estas empresas y los ciudadanos porque esto ayuda a encontrar problemas en los servicios básicos.</li> <li>• La calidad de las recomendaciones emitidas y la efectividad con la que llegan a los usuarios influye en la calidad de manejo de desechos y consumo de energía y agua de los edificios.</li> </ul>
Industrias y Proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar exposiciones públicas para presentar sus productos para el sector de la construcción.</li> <li>• Brindar asistencia técnica a los constructores para la aplicación de sus productos durante las etapas previas a la operación de edificios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La limitada oferta de insumos ambientalmente preferibles en el mercado impide que se generalice el consumo de tales insumos para construir edificios más sostenibles.</li> <li>• La inclusión de consideraciones ambientales en la asistencia técnica puede despertar interés en los constructores por los edificios sostenibles.</li> </ul>

Instituciones de Educación Superior	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En instituciones con carreras de Arquitectura e Ingeniería, motivar a los estudiantes para que desarrollen investigación sobre el mejoramiento de procesos de diseño y de prácticas constructivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La importancia que dan dichas instituciones a la formación ambiental determina el número de profesionales comprometidos a mejorar el desempeño ambiental de los edificios y del entorno urbano para el futuro.</li> </ul>
Instituciones de Formación Profesional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formar y certificar trabajadores con conocimientos sobre construcción de edificios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacidad que tiene el servicio de formación profesional para adaptarse a los avances tecnológicos en la construcción determina la facilidad con la que se pueden implementar nuevas prácticas de construcción como aquellas de los edificios sostenibles.</li> </ul>
Medios de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emitir recomendaciones para la prevención de la contaminación y el ahorro de agua y energía en los edificios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El creciente interés de los medios de comunicación, especialmente diarios, en temas sobre contaminación y el consumo de agua y energía en los edificios contribuye a la difusión de información para mejorar la calidad ambiental de la ciudad.</li> </ul>
Municipio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular y manejar aspectos como uso del suelo, normas de arquitectura y urbanismo, permisos para construcción, manejo ambiental, manejo de residuos sólidos de construcción, etc.</li> <li>• Concientizar a la ciudadanía y emitir recomendaciones a la ciudadanía sobre manejo de desechos a través de folletos y el Internet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A mayor diversidad, rigurosidad y control de normas ambientales para actividades relacionadas a la construcción y operación de edificios, mayor desempeño ambiental de los edificios y del entorno urbano.</li> <li>• La calidad de las recomendaciones emitidas y la efectividad con la que llegan a los ciudadanos influye en la calidad de manejo de desechos en la ciudad.</li> </ul>
Ocupantes de los Edificios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atender a necesidades y resolver conflictos entre ocupantes mediante una organización administrativa en los edificios en la que exista participación social.</li> <li>• Comunicarse con las empresas municipales para resolver posibles problemas en la entrega de servicios básicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La participación social de los ocupantes en la organización administrativa de los edificios y la comunicación con las empresas municipales determina correcto funcionamiento de los sistemas de los edificios, manejo de desechos, consumo de agua y energía, y convivencia entre vecinos.</li> </ul>
Potenciales Compradores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, comparar y adquirir bienes inmuebles según las características que satisfagan sus requerimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La preferencia que tienen los posibles compradores define el desempeño ambiental de los edificios según la inclinación que tenga hacia características sostenibles.</li> </ul>

Elaboración: Pablo Daza

Los potenciales compradores de bienes inmuebles, especialmente compradores de departamentos, oficinas o casas en conjuntos habitacionales, no participan en la planificación, diseño y construcción porque compran bienes en planos o bienes ya construidos. En cambio, tratándose de la construcción de casas personalizadas, el consumidor sí participa en dichas etapas.

Un ejemplo de participación social en la etapa de construcción sucede cuando se prevé la construcción de subsuelos de edificios por muros anclados. En este caso los anclajes de los muros anclados son varillas que se introducen horizontalmente mediante perforaciones bajo terrenos vecinos en distancias de hasta 12m y podrían dañar algún bien ajeno enterrado para lo cual los constructores se acercan a los vecinos al proyecto, explican en qué consiste el proceso constructivo e identifican los elementos que podrían dañarse con las perforaciones (cisternas enterradas, subsuelos, piscinas, cimientos, etc.). Esto evita posibles conflictos a causa de los posibles daños que causaría la construcción de muros anclados adyacentes a terrenos vecinos.

Los edificios en Quito son predominantemente residenciales y de oficinas, y generalmente poseen organizaciones administrativas que consisten en comités (o directivas) o en un solo administrador, organizándose de esta manera la participación social en la operación de edificios. Los comités o directivas suelen funcionar en barrios y conjuntos residenciales y se conforman seleccionando democráticamente a vecinos voluntarios para los puestos de presidente, vicepresidente, secretario, tesorero, procurador y comisiones de seguridad, infraestructura, limpieza, etc. Los edificios residenciales suelen tener a un administrador voluntario seleccionado democráticamente y los edificios de oficinas tienen un administrador que recibe un salario. Las organizaciones administrativas y los representantes de los propietarios e inquilinos del edificio, barrio o conjunto residencial se reúnen periódicamente (una o más veces al año) organizando asambleas para discutir y atender los problemas de los ocupantes.

**Tabla 5.2.** Temas de discusión participativa en edificios, barrios y conjuntos residenciales.

<b>Aspectos generales</b>	<b>Temas de interés en los ocupantes de edificios</b>
Agua potable y alcantarillado	Calidad del agua, problemas en las redes de agua potable y drenaje.
Basura	Horarios de recolección de la basura, separación de la basura, cultura en el manejo de la basura.
Difusión	Definición de mecanismos para la difusión de los temas discutidos.
Electricidad	Problemas en el abastecimiento de electricidad, funcionamiento de los generadores de emergencia, prácticas de ahorro de energía.
Financiero	Alícuotas, presupuestos, salarios del personal del edificio.
Operación, mantenimiento y reparación de bienes comunales	Ascensores, áreas comunales para actividades sociales, generadores de emergencia, equipos de bombeo, cisternas de agua, jardines, puertas de acceso, fachadas, corredores.

Seguridad	Puestos de control de seguridad, dotación de armas, turnos del personal de seguridad, control de accesos vehiculares y peatonales, evaluación de problemas de inseguridad, equipos de seguridad (cámaras, puertas eléctricas, etc.).
Tránsito vehicular interno	Señalización, flujo vehicular, parqueaderos.

Fuente: Consulta a administradores y ocupantes de edificios, barrios y conjuntos residenciales en Quito.

Elaboración: Pablo Daza

Para difundir información sobre los temas discutidos en las reuniones periódicas se suelen repartir y publicar en carteleras diferentes hojas informativas, convocatorias a asambleas y avisos sobre visitas importantes (visitas de encuestadores, campañas de vacunación, visitas de personal de empresas municipales, etc.).

Las actividades definidas por la administración se sostienen de las alcúotas pagadas por los ocupantes y son ejecutadas por personal de seguridad (guardias) y personal de operación y mantenimiento (conserjes). Estas actividades suelen necesitar de recursos como bodegas, herramientas, ropa de trabajo, materiales, computadoras, una oficina, carteleras de información, señalización, etc.

A continuación se mencionan algunos documentos de mecanismos de participación social relacionada al desempeño ambiental de los edificios:

**Tabla 5.3.** Mecanismos de participación social para el manejo responsable de residuos sólidos urbanos y consumo racional de agua y energía en los edificios.

Emisor	Mecanismos de participación social
Organizaciones administrativas de edificios, barrios y conjuntos residenciales.	Hojas informativas con recomendaciones prácticas sobre el manejo de la basura. Correos electrónicos con recomendaciones prácticas sobre ahorro de agua y energía.
Empresas Municipales	Páginas web y afiches con recomendaciones ambientales prácticas. Encuestas en línea para el monitoreo del servicio de recolección de basura. Recepción de inquietudes, denuncias y reclamos por servicio telefónico, en línea o mensajes escritos de celular (SMS). Afiches informativos en el museo interactivo Yaku – Museo del Agua.
Secretaría de Ambiente del DMQ	Publicación de Guías de Prácticas Ambientales (GPA) y documentos informativos sobre manejo integral de residuos sólidos urbanos.
Medios de comunicación	Artículos de prensa con consejos sobre prevención de la contaminación y ahorro de agua y energía en los edificios.

Fuentes: Hojas informativas de barrios en Quito; Empresas Municipales; Yaku – Museo del Agua; Secretaría de Ambiente y Diario El Comercio.<sup>2</sup> Elaboración: Pablo Daza.

## **5.2. Propuesta de participación social en edificios**

Los edificios de alto desempeño ambiental tienen sistemas que son susceptibles a desgastarse y fallar con el tiempo. Adicionalmente, existen conflictos que se pueden producir en la convivencia entre ocupantes que influyen en el ambiente del edificio. Todo esto afecta al desempeño ambiental de los edificios y la participación social puede ayudar a controlar estos aspectos de manera positiva.

### **5.2.1. Objetivo**

Conseguir que los ocupantes de edificios favorezcan a la reducción de los impactos ambientales en la operación de edificios y al mejoramiento del ambiente interior de los mismos, para finalmente contribuir a la sostenibilidad del entorno urbano.

---

<sup>2</sup> Hojas informativas emitidas por la administración de los barrios Miravalle 2 (Cumbayá) y Quito Tennis (Quito).

EEQ – Empresa Eléctrica Quito S.A. Consejos sobre manejo de energía. Internet: [www.eeq.com.ec/consejos/consejos.php?mn=5&t=M&p=0](http://www.eeq.com.ec/consejos/consejos.php?mn=5&t=M&p=0). Acceso: 2010-01-26.

EMASEO – Empresa Metropolitana de Aseo Quito. Tips para mantener limpia nuestra ciudad. Internet: [www.emaseo.gov.ec](http://www.emaseo.gov.ec). Acceso: 2010-01-26.

Yaku – Museo del Agua. Cuidemos el agua. Internet: [www.yakumuseoagua.gov.ec/paginas/cuidemoselagua.pdf](http://www.yakumuseoagua.gov.ec/paginas/cuidemoselagua.pdf). Acceso: 2010-01-26.

Secretaría de Ambiente. Educación Ambiental. Internet: [www.dmambiental.comli.com/edu.html](http://www.dmambiental.comli.com/edu.html). Acceso: 2010-01-26.

Diario El Comercio. Internet: [ww1.elcomercio.com](http://ww1.elcomercio.com).

## 5.2.2. Propuesta

La propuesta de participación social en edificios podrá ser entregada por el constructor a los propietarios y deberá ejecutarse por la organización administrativa, sustentándose económicamente de alcuotas y donaciones de los ocupantes.

La propuesta se puede plantear aplicando la herramienta “5W + 1H” (por siglas en inglés) que define a un plan de acción respondiendo a las siguientes preguntas: Qué (*What*), Por qué (*Why*), Quién (*Who*), Cuándo (*When*), Dónde (*Where*) y Cómo (*How*)<sup>3</sup>. La aplicación de esta herramienta se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 5.4.** 5W + 1H de la Participación Social en Edificios.

Actividad <i>Qué</i>	Objetivo <i>Por qué</i>	Destinatario <i>Quién</i>	Momento <i>Cuándo</i>	Lugar <i>Dónde</i>	Actividades recomendadas <i>Cómo</i>
<b>CAPACITACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enseñar a los ocupantes los métodos para reducir el impacto ambiental de sus actividades en los edificios y para manejar situaciones de emergencia.</li> </ul>	Ocupantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada vez que llegue un nuevo propietario o inquilino.</li> <li>• Periódicamente una o más veces al año.</li> </ul>	Espacios comunales como recepciones, salas de conferencias, salones, comedores, canchas, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talleres y charlas con representantes de las Empresas Municipales, la Cruz Roja, el Cuerpo de Bomberos, etc.</li> <li>• Reparto de documentación informativa (volantes, trípticos, afiches, etc.).<sup>4</sup></li> <li>• Simulacros de emergencia.</li> <li>• Instalación de señalización informativa y de emergencia.</li> </ul>
<b>ENTRENAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enseñar al personal de trabajo los procedimientos de operación y mantenimiento de los sistemas, equipos y demás elementos en el proyecto.</li> </ul>	Personal de operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada vez que entren a trabajar nuevos empleados.</li> <li>• Cada vez que se instalen equipos y sistemas nuevos.</li> </ul>	Ubicación de cada elemento que necesita operación y mantenimiento como bombas, cisternas, cajas de control, ductos de instalaciones, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charlas y demostraciones de los proveedores de los equipos con aportes propios del personal de operación y mantenimiento.</li> <li>• Revisión de manuales de operación y mantenimiento.</li> </ul>

<sup>3</sup> Notas del curso de Administración de Empresas Constructoras I, Facultad de Ingeniería, PUCE.

<sup>4</sup> El Anexo No. 4 contiene hojas informativas sobre aspectos ambientales de la operación de edificios que complementan la propuesta de participación social en edificios.

PROGRAMACIÓN DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organizar las actividades de operación y mantenimiento para el funcionamiento continuo y eficiente de todos los sistemas y para mantener de un ambiente limpio y saludable.</li> </ul>	Personal de operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diariamente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficina administrativa</li> <li>Bodegas</li> <li>Vestuarios de trabajadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración de calendarios y horarios de actividades.</li> <li>Llenado de fichas o registros de las actividades realizadas.</li> <li>Dotación de repuestos, herramientas, materiales y equipo de seguridad y de limpieza (ropa de trabajo, guantes, gafas, etc.), todo dentro de un inventario.</li> </ul>
MONITOREO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observar los factores de calidad y de desempeño ambiental de los edificios para la verificación, toma de decisiones y concientización.</li> </ul>	Organización administrativa y Ocupantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mensualmente (para consumos de agua y energía)</li> <li>Diariamente y en intervalos del día (para medición de temperatura y humedad relativa)</li> <li>Periódicamente (para las encuestas a los ocupantes)</li> <li>Diariamente (para la recepción de quejas y sugerencias)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oficina administrativa.</li> <li>En cada oficina, departamento y casa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medición y registro de los consumos de agua y energía de cada oficina, departamento o casa.</li> <li>Medición de la temperatura y humedad relativa en el interior.</li> <li>Encuestas a los ocupantes para encontrar posibles síntomas físicos relacionados a la calidad del aire interior.</li> <li>Recepción de quejas y sugerencias y diálogo abierto sobre temas como la generación de ruido por las actividades sociales, la agresividad en el tránsito vehicular interno, concentración de gases en parqueaderos, etc.</li> </ul>
DIFUSIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Involucrar e informar a todos los ocupantes sobre las iniciativas enfocadas en reducir los impactos ambientales de la operación de edificios.</li> <li>Compartir experiencias y criterios con la ciudadanía.</li> </ul>	Ocupantes y Personal de operación y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Periódicamente una o más veces al año.</li> </ul>	Espacios comunales como recepciones, salas de conferencias, salones, comedores, canchas, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asambleas.</li> <li>Reuniones sociales.</li> <li>Presentación de videos.</li> <li>Reparto de documentación informativa (volantes, trípticos, etc.) en hojas de papel o mensajes de correo electrónico.</li> <li>Publicación en carteleras informativas de histogramas en los que se compare el consumo de agua y energía mensual del edificio con el consumo de edificios comunes y de histogramas en los que se exponga el ahorro económico mensual en el consumo de agua y energía.</li> <li>Publicación de afiches y fotografías sobre el medio ambiente.</li> <li>Compartir documentación y experiencias con la comunidad.</li> </ul>

Fuente: Dr. José Rodríguez Barbosa, Fundación Universitaria Iberoamericana (FUNIBER)

Elaboración: Pablo Daza

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

La presente disertación ha pretendido sistematizar la información disponible hasta la fecha sobre construcción sostenible de edificios.

La construcción de edificios causa impactos ambientales negativos en las etapas de planificación, diseño, construcción, operación, demolición y renovación, y varios de éstos son significativos en el Ecuador y en Quito por lo que merecen mayor atención.

La normativa ambiental vigente en el Ecuador no contiene normas dirigidas expresamente a la construcción sostenible de edificios, pero existen normas nacionales y acuerdos internacionales que contienen regulaciones sobre aspectos de protección ambiental y asentamientos humanos que se relacionan a los edificios urbanos.

Las prácticas aplicadas a edificios sostenibles ayudan a reducir los impactos ambientales del entorno urbano asociados al uso del suelo, consumo de energía y agua, consumo de recursos materiales y la salud de los ocupantes. Adicionalmente, estas prácticas ayudan a percibir beneficios económicos en todas las etapas del ciclo de vida de un edificio sostenible.

Salvo a cursos sobre empleo de caña guadúa dictados en colegios profesionales en Quito, no se han presentado programas académicos formales ni eventos de capacitación relacionados a construcción sostenible de edificios.

Los sistemas de certificación ambiental de edificios (p.ej., Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental, LEED por sus siglas en inglés) han demostrado ser herramientas útiles en la implementación de prácticas de construcción sostenible de edificios en otros países. No obstante, éstos no son aplicables en el Ecuador por las variaciones regionales ambientales, normativas, tecnológicas y culturales.

Existen mecanismos de participación social relacionados a la construcción y operación de edificios y a la protección ambiental usados por ocupantes de edificios y por instituciones públicas y privadas. Además, podría destacarse la existencia de una propuesta de participación social en edificios (Sección 5.2).

Existen pocos reconocimientos e incentivos del sector público y privado a esfuerzos en construcción sostenible de edificios que estén al alcance de estudiantes y profesionales locales, pero éstos no son lo suficientemente accesibles y beneficiosos para aspirantes nacionales.

La propuesta de normativa simplificada para edificios en Quito puede ser la primera base técnica para orientar la construcción sostenible de edificios localmente. Ésta es una adaptación local de la última versión de LEED para edificios nuevos que ha sido seleccionada por la calidad voluntaria de sus estándares, simplicidad de aplicación y porque su uso está generalizándose en América. Adicionalmente, se ha aplicado el método de la Matriz de Holmes para proponer un procedimiento de ponderación de la importancia de los criterios de evaluación para una norma para edificios sostenibles.

En Quito se observa un desarrollo creciente de la construcción sostenible de edificios, evidenciándose por el aumento del interés público y por el surgimiento de proyectos de mejor desempeño ambiental, proyectos de investigación relevantes y reconocimiento a edificios construidos con visión de sostenibilidad. El interés público se evidencia en la publicación de múltiples artículos de prensa relacionados y en la frecuente convocatoria a reuniones profesionales y académicas para discutir sobre temas relevantes.

El caso práctico sobre el edificio corporativo de *Ecuador Bottling Company Corp.* (EBC) entregó las siguientes conclusiones:

- El edificio corporativo de EBC es un edificio sostenible en Quito.
- Se encontraron dificultades en la evaluación del edificio con estándares LEED, acentuándose la necesidad de una norma similar adaptada a la realidad local.
- El edificio corporativo de EBC no habría podido aspirar a un nivel de certificación LEED por no cumplir con todos los Prerrequisitos de la lista de chequeo. No obstante, tiene características suficientes como para potencialmente aspirar a un nivel de Certificado LEED.

## 6.2. Recomendaciones

Se recomienda aplicar prácticas de construcción sostenible en edificios nuevos y existentes en Quito, algunas de ellas resumidas en el Capítulo 2, siempre que éstas sean justificables técnica y económicamente, seleccionándolas según las condiciones y prioridades ambientales locales y disponibilidad de tecnología.

Muchas estrategias resumidas en el presente trabajo (p.ej., aprovechamiento de aguas grises) son sujetas a críticas por su dudosa factibilidad económica, técnica y ambiental cuando son aplicadas a edificios, por lo que se recomienda investigar la factibilidad de aplicar dichas estrategias comenzando por la unidad más pequeña del entorno urbano que es el edificio y, posteriormente, si no resulta factible en dicha unidad, analizar la misma estrategia incrementando el ámbito de estudio en una secuencia creciente, pasando por cuadras, barrios, parroquias, ciudades, y así sucesivamente. De este modo se puede encontrar el ámbito urbano dentro del cual cada estrategia resultaría factible en su aplicación desde el punto de vista de sostenibilidad.

Se recomienda tratar temas de sostenibilidad de los asentamientos humanos en las carreras de Ingeniería Civil y de Arquitectura, usando como base el Programa 21 para Construcción Sostenible en Países en Desarrollo, a fin de concientizar y preparar a futuros profesionales de la construcción comprometidos con el desarrollo sostenible.

En la propuesta simplificada de normativa para edificios no se han definido requerimientos mínimos de elegibilidad para la certificación, indicadores para los criterios de evaluación, documentación de respaldo requerida ni otros detalles específicos, por lo que se recomienda que éstos se definan en una propuesta definitiva desarrollada por un comité interdisciplinario y multisectorial. Posteriormente, según el éxito que presente esta normativa en su implementación, se deberán estructurar estándares para edificios de diferentes usos, nuevos y existentes, con el fin de mejorar el desempeño ambiental de todo el entorno urbano, procurando incluir aspectos sociales y económicos de los cuales depende la sostenibilidad urbana.

Para integrar los papeles de los actores de la construcción y alinearlos hacia un mismo objetivo (la sostenibilidad de los asentamientos humanos) de manera participativa en Quito, se recomienda establecer un actor cuyo rol debe ser el siguiente:

- Fundar una organización tomando como socios a todos los actores de la construcción de edificios (p.ej., Cámara de la Construcción de Quito, empresas constructoras, empresas de consultoría, universidades, etc.) y definir el papel que cada uno debe jugar para conseguir el objetivo de la sostenibilidad urbana.
- Contribuir a la concientización ambiental abriendo espacios informativos y de discusión sobre sostenibilidad urbana utilizando diversos mecanismos de participación social (p.ej., conferencias, seminarios, foros, charlas, talleres, etc.).
- Generar indicadores locales que evidencien los problemas ambientales asociados a los edificios y los beneficios de los edificios sostenibles.
- Elaborar sistemas de certificación ambiental para edificios de diferentes tipos que puedan ser aplicados localmente.
- Ofrecer programas de capacitación en colaboración con instituciones de educación superior y de formación profesional que impartan conocimientos específicos sobre construcción sostenible de edificios.
- Facilitar la transferencia de experiencia y tecnología entre países mediante la cooperación internacional.

Se recomienda que la organización fundada para desenvolver estos roles se una a la red internacional llamada Consejo Mundial de Construcción Sostenible (*WorldGBC* por sus siglas en inglés) el cual reúne a Consejos de Construcción Sostenible de todos los continentes, incluyendo a provenientes de países americanos como Argentina, Brasil, Canadá, Colombia, Estados Unidos y México<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> WorldGBC – World Green Building Council. [Who we are](http://www.worldgbc.org/about-worldgbc). Internet: [www.worldgbc.org/about-worldgbc](http://www.worldgbc.org/about-worldgbc). Acceso: 2010-01-21.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alicia Arias Rendón. Cartilla de Educación Ciudadana. Quito, Secretaría de Ambiente, 2008. Reproducción autorizada por la Secretaría de Ambiente en el Oficio No. 805 del 5 de febrero de 2010.
- ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Resumen de Salud Pública. Internet. [www.atsdr.cdc.gov/es/phs/](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/). Acceso: 2009-09-10.
- Bordelois, Gabriela. Llegaron las terrazas verdes a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La Nación también se interesa. Internet: [www.diariojudicial.com/nota.asp?IDNoticia=38664](http://www.diariojudicial.com/nota.asp?IDNoticia=38664). Acceso: 2009-09-22.
- BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method. BREEAM: The Environmental Assessment Method for Buildings Around the World. Internet. [www.breeam.org](http://www.breeam.org). Acceso: 2009-12-14.
- Bustos A., Fernando. Guía de Buenas Prácticas Ambientales. 10, La Construcción, Quito, GEFORAMB, 2005.
- Capra, Fritjof. The Hidden Connections: A Science for Sustainable Living, Nueva York, Anchor Books, 2004.
- Castro P., Johnny; Krueger, Florian y Ramos C., Lucía R.. Manual de Construcciones Sismorresistentes en Adobe: Tecnología de Geomalla. Lima, Cooperación Alemana al Desarrollo GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit), 2009.
- Cobo, Cristóbal, "Edificios de hierba". Ecuador: Tierra Incógnita, 54, diciembre, Quito, 2008.
- Constitución de la República del Ecuador. Publicada en el R.O. No. 449 de 20 de octubre de 2008.
- Ding, Grace K.C.. "Sustainable Construction - The role of environmental assessment tools". Journal of Environmental Management. No. 86, Sydney, 2008.
- Du Plessis, Chrisna, comp.. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. Pretoria, CSIR Building and Construction Technology, 2002.
- Políticas Básicas Ambientales del Ecuador. Decreto Ejecutivo No. 1802 publicado en el R.O. No. 456 de 7 de junio de 1994.
- EPA – U.S. Environmental Protection Agency. Green Building: Basic Information. Internet. [www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm](http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm). Acceso: 2009-12-06.

- GBC Brasil - Green Building Council do Brasil. Porque apoiar. Internet. [www.gbcbrasil.org.br/pt/index.php?pag=apoiar.php](http://www.gbcbrasil.org.br/pt/index.php?pag=apoiar.php). Acceso: 2009-09-15.
- GBCA – Green Building Council of Australia. Green Building Council of Australia. Internet. [www.gbca.org.au](http://www.gbca.org.au). Acceso: 2009-12-14.
- Green Globes. Building Environmental Assessments. Internet. [www.greenglobes.com](http://www.greenglobes.com). Acceso: 2009-12-14.
- IISBE – International Initiative for a Sustainable Built Environment. About iISBE. Internet. [www.iisbe.org](http://www.iisbe.org). Acceso: 2009-12-14.
- Instructivo al Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental. Acuerdo Ministerial No. 112 publicado en el R.O. No. 428 de 18 de septiembre de 2008.
- JSBC - Japan Sustainable Building Consortium y JaGBC - Japan Green Building Council. CASBEE. Internet. [www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm](http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm). Acceso: 2009-12-14.
- Kibert, Charles J.. Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery. New Jersey, John Wiley & Sons, 2a edición, 2008.
- Ley de Gestión Ambiental. Publicada en el R.O. No. 245 de 30 de julio de 1999.
- Minke, Gernot. Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. Kassel, Universidad de Kassel, 2005.
- Mórtola Valero, Jorge Luis. "Editorial - Lineamientos para mejorar la gestión del agua residual doméstica y hacer más sostenible la protección de la salud en nuestro país". Ecuambiente, 16 (abril), Guayaquil, 2009.
- Ordenanza No. 213 del Distrito Metropolitano de Quito: Sustitutiva del Título V, "Del Medio Ambiente", Libro Segundo, del Código Municipal. Ordenanza Municipal No. 213 publicada en el R.O. Edición Especial No. 4 de 10 de septiembre de 2007.
- Pérez E., Gabriela y Almeida C., Sebastián. Reutilización y Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición. Loja, Primer Congreso de Gestión Ambiental Urbana, 2009.
- Rainharvesting Systems Ltd. Design. Internet. [www.rainharvesting.co.uk](http://www.rainharvesting.co.uk). Acceso: 2009-12-21.
- Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental. Decreto Ejecutivo No. 1040 publicado en el R.O. No. 332 de 8 de mayo de 2008.

- Romero Flores, Miguel, ed., “La guadúa es la fuente de inspiración de los ecomateriales”. Actualidad científica y tecnológica del Ecuador, 1, diciembre, Quito, 2009.
- Smith, Kimberly K.. Powering Our Future, Nueva York, iUniverse, 2005.
- Snelson, D.G. y otros, “Sustainable construction: Composite use of tyres and ash in concrete”. Elsevier Waste Management. No. 29 (9, junio, 2008).
- Stigson, Björn. What is Eco-Efficiency? The WBCSD perspective. Internet. [www.wbcSD.org](http://www.wbcSD.org). Acceso: 2009-08-26.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente. Decreto Ejecutivo No. 3399 publicado en el R.O. No. 725 de 16 de diciembre de 2002 y versión completa en el Decreto Ejecutivo N° 3516 publicado en el R.O. Edición Especial No. 2 de 31 de marzo del 2003.
- UN-HABITAT – United Nations Human Settlements Programme. The Habitat Agenda. Estambul, UN-HABITAT, 1996.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, Division for Sustainable Development. Publicaciones Principales: Programa 21. Internet. [www.un.org/esa/dsd/agenda21\\_spanish/res\\_agenda21\\_01.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/res_agenda21_01.shtml). Acceso: 2009-12-01.
- USGBC – U.S. Green Building Council. LEED 2009 for New Construction and Major Renovations. Washington D.C., USGBC, 2009.
- USGBC - U.S. Green Building Council. U.S. Green Building Council. Internet. [www.usgbc.org](http://www.usgbc.org). Acceso: 2009-12-15.
- WorldGBC – World Green Building Council. Who we are. Internet. [www.worldgbc.org/about-worldgbc/who-we-are](http://www.worldgbc.org/about-worldgbc/who-we-are). Acceso: 2009-09-23.
- ZERI – Zero Emissions Research and Initiatives. Case studies. Bamboo: Colombia. Internet. [www.zeri.org/case\\_studies\\_bamboo.htm](http://www.zeri.org/case_studies_bamboo.htm). Acceso: 2009-09-09.

## **Anexo No. 1**

### **Cubiertas Verdes**

El funcionamiento y los beneficios de las cubiertas verdes fueron explicadas en la conferencia titulada “Hacia un desarrollo urbano responsable: las cubiertas verdes y sus beneficios ambientales”, rendida por el expositor Dr. José Rodríguez Barbosa<sup>1</sup> en la ciudad de Quito, año 2009.

#### ***Problemas ambientales de la reducción de áreas verdes***

La expansión del área urbana reduce las áreas verdes, teniendo las siguientes consecuencias ambientales:

- Problemas psicológicos en las personas como estrés y depresión por falta de contacto con la naturaleza.
- Mayor contaminación del aire que resulta en síntomas físicos por estrés y problemas respiratorios.
- Agravamiento de los efectos del cambio climático.
- Incremento de la impermeabilidad de la superficie urbana y de la escorrentía de aguas pluviales, resultando en erosión de cauces de drenaje e inundaciones.
- Problemas estéticos por falta de vegetación en el paisaje urbano.

#### ***Descripción general de cubiertas verdes***

La cubierta verde (traducción del inglés *green roof*) es un manto de diversas capas que permiten sostener vida vegetal sobre una superficie artificial como son las cubiertas de casas y edificios, siendo una posible solución a los problemas ambientales ocasionados por la reducción de áreas verdes en las ciudades. Está conformada por las siguientes partes: capa impermeable, capa de drenaje, capa de aireación, sustrato (capa de materia orgánica y tierra que permite sostener vida vegetal), y capa vegetal. Este elemento se complementa con un sistema de riego que incluye tuberías instaladas dentro del manto.

---

<sup>1</sup> Peruano. Doctor en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Cataluña. Consultor Académico Área Medio Ambiente FUNIBER-Perú.

Existen varias consideraciones para el empleo de cubiertas verdes. Por ejemplo, las plantas a sembrarse deben ser especies adaptadas o nativas a las condiciones del entorno (p.ej., frecuencia de lluvias, temperatura, vientos, etc.). Adicionalmente, se requiere la instalación de sistemas de impermeabilización con una minuciosa inspección, detección y corrección de filtraciones de agua, para prevenir problemas de durabilidad que exijan correctivos costosos posteriormente. Finalmente, para mantener la cubierta verde se debe prever la instalación, operación y mantenimiento de un sistema de riego para períodos sin lluvias y la planificación de labores de jardinería.

### ***Tipos de cubiertas verdes***

<b>Tipo</b>	<b>Peso (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Observaciones</b>
Extensivo Semi-intensivo Intensivo	60 -150 ≈ 200 Variable	Al progresar de cubiertas verdes extensivas a intensivas aumenta el grado de complejidad, espesor del manto, altura de las plantas, carga muerta sobre la estructura y costo de la cubierta verde.

Fuente: José Rodríguez Barbosa

Elaboración: Pablo Daza

### ***Ejemplos destacados de aplicación de cubiertas verdes en diferentes países***

<b>Ubicación</b>	<b>Proyecto</b>
Buenos Aires, Argentina	Proyecto de ley e incentivos económicos para maximizar el empleo de cubiertas verdes en edificios urbanos <sup>2</sup> .
Quito, Ecuador	Cubierta verde sobre el Edificio Puerta del Sol.
San Francisco, Estados Unidos	Cubierta verde sobre la Academia de Ciencias de California.
Fufoka, Japón	Cubierta y fachada verde en el hotel ACROS Fufoka.
México D.F., México	Cubierta verde sobre edificio del banco HSBC.
Singapur, Singapur	Cubierta verde sobre la Escuela de Arte, Diseño y Media de la Universidad Tecnológica de Nanyang.

Fuente: José Rodríguez Barbosa. Elaboración: Pablo Daza.

<sup>2</sup> Gabriela Bordelois. Llegaron las terrazas verdes a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La Nación también se interesa. Internet: [www.diariojudicial.com/nota.asp?IDNoticia=38664](http://www.diariojudicial.com/nota.asp?IDNoticia=38664). Acceso: 2009-09-22.

## ***Ventajas y desventajas del empleo de cubiertas verdes***

### **Ventajas**

- Promueve el bienestar y la salud de los ocupantes.
- Ofrece espacios de sociabilización y recreación en la propia residencia o lugar de trabajo.
- Reduce los efectos de isla de calor urbana.
- Compensa la huella en el suelo provocada por el emplazamiento de un edificio.
- Aumenta la retención de agua en el área urbana, reduciendo la carga a los sistemas municipales de drenaje de aguas pluviales.
- Se auto-mantiene con agua de lluvia. Da la posibilidad de recoger y almacenar el exceso de agua para irrigación y otros usos de agua no potable.
- Combate a los efectos del cambio climático y purifica el aire urbano a través de la fotosíntesis.
- Representa un valor agregado al edificio.
- Promueve la biodiversidad.
- Promueve el uso de compost proveniente del reciclaje de residuos orgánicos.
- Mejora la durabilidad de la cubierta gracias al obligado empleo de capas impermeables.
- Es una práctica reconocida por sistemas de certificación en construcción sostenible como Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (LEED por sus siglas en inglés).
- Mejora la imagen corporativa de propietarios de edificios con este elemento.

### **Desventajas**

- Incrementa el costo del edificio.
- Sin una excelente impermeabilización, se corre el riesgo de tener infiltraciones en cubierta.
- Influye en el proyecto estructural porque entrega mayores solicitaciones de carga muerta a la estructura del edificio y a la cimentación. Esto puede agravarse en zonas de riesgo sísmico donde la concentración de masas en la cubierta aumenta considerablemente las solicitaciones a la estructura durante las oscilaciones horizontales del edificio.

Fuente: José Rodríguez Barbosa

Elaboración: Pablo Daza

## Anexo No. 2

### Lista de chequeo de LEED-NC 2009<sup>1</sup>

0 0 0			<b>Sustainable Sites</b>		Possible Points: 26
Y	N	?			
<input checked="" type="checkbox"/>			Prereq 1	Construction Activity Pollution Prevention	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 1	Site Selection	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 2	Development Density and Community Connectivity	5
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 3	Brownfield Redevelopment	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 4.1	Alternative Transportation—Public Transportation Access	6
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 4.2	Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing Rooms	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 4.3	Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles	3
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 4.4	Alternative Transportation—Parking Capacity	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 5.1	Site Development—Protect or Restore Habitat	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 5.2	Site Development—Maximize Open Space	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 6.1	Stormwater Design—Quantity Control	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 6.2	Stormwater Design—Quality Control	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 7.1	Heat Island Effect—Non-roof	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 7.2	Heat Island Effect—Roof	1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 8	Light Pollution Reduction	1
0 0 0			<b>Water Efficiency</b>		Possible Points: 10
<input checked="" type="checkbox"/>			Prereq 1	Water Use Reduction—20% Reduction	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 1	Water Efficient Landscaping	2 to 4
				<input type="checkbox"/> Reduce by 50%	2
				<input type="checkbox"/> No Potable Water Use or Irrigation	4
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 2	Innovative Wastewater Technologies	2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Credit 3	Water Use Reduction	2 to 4
				<input type="checkbox"/> Reduce by 30%	2
				<input type="checkbox"/> Reduce by 35%	3
				<input type="checkbox"/> Reduce by 40%	4

<sup>1</sup> USGBC – U.S. Green Building Council. LEED 2009 for New Construction and Major Renovations. Washington D.C., USGBC, 2009.

0	0	0	<b>Energy and Atmosphere</b>	<b>Possible Points: 35</b>
---	---	---	------------------------------	----------------------------

Y		Prereq 1 Fundamental Commissioning of Building Energy Systems	
Y		Prereq 2 Minimum Energy Performance	
Y		Prereq 3 Fundamental Refrigerant Management	
	■ ■ ■	Credit 1 Optimize Energy Performance	1 to 19
	■	Improve by 12% for New Buildings or 8% for Existing Building Renovations	1
	■	Improve by 14% for New Buildings or 10% for Existing Building Renovations	2
	■	Improve by 16% for New Buildings or 12% for Existing Building Renovations	3
	■	Improve by 18% for New Buildings or 14% for Existing Building Renovations	4
	■	Improve by 20% for New Buildings or 16% for Existing Building Renovations	5
	■	Improve by 22% for New Buildings or 18% for Existing Building Renovations	6
	■	Improve by 24% for New Buildings or 20% for Existing Building Renovations	7
	■	Improve by 26% for New Buildings or 22% for Existing Building Renovations	8
	■	Improve by 28% for New Buildings or 24% for Existing Building Renovations	9
	■	Improve by 30% for New Buildings or 26% for Existing Building Renovations	10
	■	Improve by 32% for New Buildings or 28% for Existing Building Renovations	11
	■	Improve by 34% for New Buildings or 30% for Existing Building Renovations	12
	■	Improve by 36% for New Buildings or 32% for Existing Building Renovations	13
	■	Improve by 38% for New Buildings or 34% for Existing Building Renovations	14
	■	Improve by 40% for New Buildings or 36% for Existing Building Renovations	15
	■	Improve by 42% for New Buildings or 38% for Existing Building Renovations	16
	■	Improve by 44% for New Buildings or 40% for Existing Building Renovations	17
	■	Improve by 46% for New Buildings or 42% for Existing Building Renovations	18
	■	Improve by 48%+ for New Buildings or 44%+ for Existing Building Renovations	19
	■ ■ ■	Credit 2 On-Site Renewable Energy	1 to 7
	■	1% Renewable Energy	1
	■	3% Renewable Energy	2
	■	5% Renewable Energy	3
	■	7% Renewable Energy	4
	■	9% Renewable Energy	5
	■	11% Renewable Energy	6
	■	13% Renewable Energy	7
	■ ■ ■	Credit 3 Enhanced Commissioning	2
	■ ■ ■	Credit 4 Enhanced Refrigerant Management	2
	■ ■ ■	Credit 5 Measurement and Verification	3
	■ ■ ■	Credit 6 Green Power	2

0	0	0	<b>Materials and Resources</b>	<b>Possible Points: 14</b>
---	---	---	--------------------------------	----------------------------

Y				Prereq 1 Storage and Collection of Recyclables	
0	0	0		Credit 1.1 Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors, and Roof	1 to 3
			0	Reuse 55%	1
			0	Reuse 75%	2
			0	Reuse 95%	3
0	0	0		Credit 1.2 Building Reuse—Maintain 50% of Interior Non-Structural Elements	1
0	0	0		Credit 2 Construction Waste Management	1 to 2
			0	50% Recycled or Salvaged	1
			0	75% Recycled or Salvaged	2
0	0	0		Credit 3 Materials Reuse	1 to 2
			0	Reuse 5%	1
			0	Reuse 10%	2
0	0	0		Credit 4 Recycled Content	1 to 2
			0	10% of Content	1
			0	20% of Content	2
0	0	0		Credit 5 Regional Materials	1 to 2
			0	10% of Materials	1
			0	20% of Materials	2
0	0	0		Credit 6 Rapidly Renewable Materials	1
0	0	0		Credit 7 Certified Wood	1

0	0	0	<b>Indoor Environmental Quality</b>	<b>Possible Points: 15</b>
---	---	---	-------------------------------------	----------------------------

Y				Prereq 1 Minimum Indoor Air Quality Performance	
Y				Prereq 2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control	
0	0	0		Credit 1 Outdoor Air Delivery Monitoring	1
0	0	0		Credit 2 Increased Ventilation	1
0	0	0		Credit 3.1 Construction IAQ Management Plan—During Construction	1
0	0	0		Credit 3.2 Construction IAQ Management Plan—Before Occupancy	1
0	0	0		Credit 4.1 Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants	1
0	0	0		Credit 4.2 Low-Emitting Materials—Paints and Coatings	1
0	0	0		Credit 4.3 Low-Emitting Materials—Flooring Systems	1
0	0	0		Credit 4.4 Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber Products	1
0	0	0		Credit 5 Indoor Chemical and Pollutant Source Control	1
0	0	0		Credit 6.1 Controllability of Systems—Lighting	1
0	0	0		Credit 6.2 Controllability of Systems—Thermal Comfort	1
0	0	0		Credit 7.1 Thermal Comfort—Design	1
0	0	0		Credit 7.2 Thermal Comfort—Verification	1
0	0	0		Credit 8.1 Daylight and Views—Daylight	1
0	0	0		Credit 8.2 Daylight and Views—Views	1

0	0	0	<b>Innovation and Design Process</b>	Possible Points: <b>6</b>
			Credit 1.1 Innovation in Design: Specific Title	1
			Credit 1.2 Innovation in Design: Specific Title	1
			Credit 1.3 Innovation in Design: Specific Title	1
			Credit 1.4 Innovation in Design: Specific Title	1
			Credit 1.5 Innovation in Design: Specific Title	1
			Credit 2 LEED Accredited Professional	1
0	0	0	<b>Regional Priority Credits</b>	Possible Points: <b>4</b>
			Credit 1.1 Regional Priority: Specific Credit	1
			Credit 1.2 Regional Priority: Specific Credit	1
			Credit 1.3 Regional Priority: Specific Credit	1
			Credit 1.4 Regional Priority: Specific Credit	1
0	0	0	<b>Total</b>	Possible Points: <b>110</b>
<small>Certified 40 to 49 points   Silver 50 to 59 points   Gold 60 to 79 points   Platinum 80 to 110</small>				

### **Anexo No. 3**

#### **Distribución de puntos de evaluación en la propuesta preliminar de norma para la certificación ambiental de edificios comerciales nuevos o significativamente renovados en Quito (adaptación simplificada de LEED-NC 2009)**

En el siguiente procedimiento se presenta la determinación de la distribución de puntos en los criterios de evaluación, según el orden de importancia de categorías y créditos, para la propuesta preliminar de una norma para edificios sostenibles en Quito expuesta en la Sección 3.5.

La determinación de la ponderación de cada categoría para la evaluación, expresada como orden de importancia o de prioridad, se calcula mediante la aplicación de la Matriz de Holmes.

La escala de evaluación de la propuesta será centesimal. Para esto se distribuirán 100 puntos entre todos los créditos de la evaluación de tal forma que el total de puntos de cada categoría esté en proporción al orden de importancia determinado en la Matriz de Holmes respectiva. Los puntos se distribuirán a cada crédito en valores enteros mayores o iguales a 1, según la importancia que tenga cada uno respecto al resto de créditos de su respectiva categoría, también calculada con una Matriz de Holmes. Cabe recalcar que no se asignarán puntos de evaluación a los prerrequisitos.

El método utilizado, Matriz de Holmes, permite determinar la ponderación de cada categoría y el orden de importancia de los créditos usando información subjetiva (el criterio del autor) de una forma objetiva y matemática.

A continuación se muestran las operaciones realizadas en hojas de cálculo electrónicas de *Microsoft Excel* para la distribución de puntos en cada criterio de evaluación<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> Debido a errores de cálculo por redondeo, en la lista de chequeo se quitarán puntos de las categorías que se hayan excedido en el número de puntos definido en la primera Matriz de Holmes. Esta reducción se aplicará en uno de aquellos créditos que tengan el mayor número de puntos de tal manera que la suma total de puntos sea igual a 100 puntos.

**Matriz de Holmes para Priorizar Categorías**

Porcentaje de Importancia = % = Suma / Suma Total (en números inclinados)  
 No. de puntos en cada categoría = Ptos. = 100 \* %

No.	Categoría	1	2	3	4	5	6	Suma	%	Ptos.
1	Suelo y Entorno	0,5	1	0	1	1	1	4,5	25%	25
2	Agua	0	0,5	0	0	0	1	1,5	8%	8
3	Energía y Emisiones a la Atmósfera	1	1	0,5	1	1	1	5,5	31%	31
4	Materiales	0	1	0	0,5	0	1	2,5	14%	14
5	Salud de los Ocupantes	0	1	0	1	0,5	1	3,5	19%	19
6	Gestión de Emergencias	0	0	0	0	0	0,5	0,5	3%	3
<b>Suma Total</b>		<b>1,5</b>	<b>4,5</b>	<b>0,5</b>	<b>3,5</b>	<b>2,5</b>	<b>5,5</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>	<b>100</b>

**Matrices de Holmes para Priorizar Créditos y Distribución de Puntos de Evaluación**

Porcentaje de Importancia = % = Suma / Suma Total (en números inclinados)  
 No. de puntos en cada crédito = Ptos. = (No. de puntos en la categoría correspondiente) \* %

**Categoría 1: Suelo y Entorno**

No.	Crédito	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	Suma	%	Ptos.
1.1	Selección del terreno	0,5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2,5	5%	1
1.2	Densidad urbana	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	9,5	19%	5
1.3	Recuperación de áreas deprimidas	1	0	0,5	0	0	1	0	0	1	1	4,5	9%	2
1.4	Transporte alternativo al automóvil	1	0	1	0,5	1	1	1	1	1	1	8,5	17%	4
1.5	Conservación y recuperación de elementos naturales	1	0	1	0	0,5	1	0	1	1	1	6,5	13%	3
1.6	Áreas verdes	1	0	0	0	0	0,5	0	1	1	1	4,5	9%	2
1.7	Manejo de la escorrentía de aguas pluviales	1	0	1	0	1	1	0,5	1	1	1	7,5	15%	4
1.8	Reducción del efecto "isla de calor"	0	0	1	0	0	0	0	0,5	1	1	3,5	7%	2
1.9	Reducción de la contaminación lumínica	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1	1,5	3%	1
1.10	Valor arquitectónico e histórico	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,5	3%	1
<b>Suma Total</b>		<b>7,5</b>	<b>0,5</b>	<b>5,5</b>	<b>1,5</b>	<b>3,5</b>	<b>5,5</b>	<b>2,5</b>	<b>6,5</b>	<b>8,5</b>	<b>8,5</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>	<b>25</b>

**Categoría 2: Agua**

No.	Crédito	2.1	2.2	2.3	Suma	%	Ptos.
2.1	Eficiencia en el riego de plantas y jardines	0,5	1	0	1,5	33%	3
2.2	Gestión de aguas residuales domésticas	0	0,5	0	0,5	11%	1
2.3	Reducción del consumo del agua	1	1	0,5	2,5	56%	5
<b>Suma Total</b>		<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	<b>0,5</b>	<b>4,5</b>	<b>100%</b>	<b>9</b>

valor adoptado por errores de redondeo: 4  
 suma real: 8

**Categoría 3: Energía y Emisiones a la Atmósfera**

No.	Crédito	3.1	3.2	3.3	3.4	Suma	%	Ptos.
3.1	Optimización del desempeño energético	0,5	1	1	1	3,5	44%	13
3.2	Energía renovable en sitio	0	0,5	1	1	2,5	31%	10
3.3	Fiscalización de los sistemas de climatización	0	0	0,5	1	1,5	19%	6
3.4	Monitoreo y verificación	0	0	0	0,5	0,5	6%	2
<b>Suma Total</b>		<b>0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>	<b>3,5</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>	<b>31</b>

**Categoría 4: Materiales**

No.	Crédito	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	Suma	%	Ptos.
4.1	Reutilización de la estructura de un edificio existente	0,5	1	1	1	1	1	1	1	7,5	23%	3
4.2	Reutilización de elementos no estructurales	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	2%	1	
4.3	Recuperación de materiales de los escombros	1	1	0,5	0	0	0	0	0	2,5	8%	1
4.4	Contenido de insumos reutilizados	0	1	1	0,5	1	1	0	0	4,5	14%	2
4.5	Contenido de insumos reciclados	0	1	1	0	0,5	1	1	1	5,5	17%	2
4.6	Contenido de insumos locales	0	1	1	0	0	0,5	0	0	2,5	8%	1
4.7	Contenido de materiales rápidamente renovables	0	1	1	1	0	1	0,5	0	4,5	14%	2
4.8	Uso de madera certificada por manejo forestal sost.	0	1	1	1	0	1	1	0,5	5,5	17%	2
<b>Suma Total</b>		<b>1,5</b>	<b>7,5</b>	<b>6,5</b>	<b>3,5</b>	<b>2,5</b>	<b>5,5</b>	<b>3,5</b>	<b>2,5</b>	<b>33</b>	<b>100%</b>	<b>14</b>

**Categoría 5: Salud y Confort de los Ocupantes**

No.	Crédito	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	5.11	Suma	%	Ptos.
5.1	Ventilación	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10,5	17%	3
5.2	Materiales de bajas emisiones	0	0,5	0	1	1	0	0	1	0	0	1	4,5	7%	1
5.3	Control de contaminantes externos	0	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	9,5	16%	3
5.4	Control de problemas de humedad	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	1	1,5	2%	1
5.5	Iluminación	0	0	0	1	0,5	0	0	0	0	0	1	2,5	4%	1
5.6	Humedad Relativa	0	1	0	1	1	0,5	1	1	1	1	1	8,5	14%	3*
5.7	Temperatura	0	1	0	1	1	0	0,5	1	1	1	1	7,5	12%	2
5.8	Contacto con el exterior	0	0	0	1	1	0	0	0,5	0	0	1	3,5	6%	1
5.9	Control de ruido externo	0	1	0	1	1	0	0	1	0,5	1	1	6,5	11%	2
5.10	Control de ruido interno	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0,5	1	5,5	9%	2
5.11	Control de gas radón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	1%	1
<b>Suma Total</b>		<b>0,5</b>	<b>8,5</b>	<b>1,5</b>	<b>9,5</b>	<b>8,5</b>	<b>2,5</b>	<b>3,5</b>	<b>7,5</b>	<b>4,5</b>	<b>5,5</b>	<b>10,5</b>	<b>60,5</b>	<b>100%</b>	<b>20**</b>

**Categoría 6: Gestión de Emergencias**

No.	Crédito	Ptos.
6.1	Planes de contingencias	3

\* Valor adoptado por errores de redondeo: 2

\*\* Suma real: 19

**Categoría 7: Innovación y Prácticas Tradicionales Sostenibles (Adicional)\*\*\***

No.	Crédito	Ptos.
7.1	Innovación	3
7.2	Re-valorización de prácticas tradicionales sostenibles	2
<b>Suma Total</b>		<b>5</b>

\*\*\* Al ser créditos que dan puntos adicionales, se otorgó arbitrariamente 3 puntos al crédito 7.1 y 2 puntos al crédito 7.2, entregando un máximo de 5 puntos adicionales para esta categoría.

## **Anexo No. 4**

### **Hojas informativas para la participación social en edificios**

En el presente Anexo se presentan hojas informativas con consejos generales sobre diferentes aspectos ambientales relacionados a la operación de edificios como complemento a la propuesta de participación social presentada en el Capítulo 5. Éstas pueden mostrarse en forma de afiches o papeles volantes que son fácilmente distribuibles entre los ocupantes de edificios o la comunidad en general por medio de hojas de papel o mensajes de correo electrónico. Se han diseñado las hojas informativas para que puedan aplicarse en cualquier tipo de edificios a fin de que los lectores las usen en sus hogares y trabajos.

El contenido de las hojas informativas fue tomado las siguientes fuentes:<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> EEQ – Empresa Eléctrica Quito S.A. Consejos sobre manejo de energía. Internet: [www.eeq.com.ec/consejos/consejos.php?mn=5&t=M&p=0](http://www.eeq.com.ec/consejos/consejos.php?mn=5&t=M&p=0). Acceso: 2010-01-26.

EMASEO – Empresa Metropolitana de Aseo Quito. Tips para mantener limpia nuestra ciudad. Internet: [www.emaseo.gov.ec](http://www.emaseo.gov.ec). Acceso: 2010-01-26.

Yaku – Museo del Agua. Cuidemos el agua. Internet: [www.yakumuseoagua.gov.ec/paginas/cuidemoselagua.pdf](http://www.yakumuseoagua.gov.ec/paginas/cuidemoselagua.pdf). Acceso: 2010-01-26.

Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito. Educación Ambiental. Internet: [www.dmambiental.comli.com/edu.html](http://www.dmambiental.comli.com/edu.html). Acceso: 2010-01-26.

Alicia Arias Rendón. Cartilla de Educación Ciudadana. Quito, Secretaría de Ambiente, 2008. Reproducción autorizada por la Secretaría de Ambiente en el Oficio No. 805 del 5 de febrero de 2010.

Diario El Comercio. Para ser amigable con el medioambiente y las comunidades. Internet: [ww1.elcomercio.com/solo\\_texto\\_search.asp?id\\_noticia=145667&anio=2008&mes=10&dia=3](http://ww1.elcomercio.com/solo_texto_search.asp?id_noticia=145667&anio=2008&mes=10&dia=3). Acceso: 2010-01-26.

- Contenido de los Capítulos 1 y 2.
- Diario El Comercio
- Empresa Eléctrica Quito S.A. (EEQ)
- Empresa Metropolitana de Aseo Quito (EMASEO)
- Secretaría de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito
- Yaku – Museo del Agua
- Buscador de imágenes de *Google*.

---

Diario El Comercio. Opciones para mejorar el hábitat. Internet: [ww1.elcomercio.com/solo\\_texto\\_search.asp?id\\_noticia=114941&anio=2008&mes=3&dia=15](http://ww1.elcomercio.com/solo_texto_search.asp?id_noticia=114941&anio=2008&mes=3&dia=15). Acceso: 2010-01-26.

Diario El Comercio. La cuesta de enero: ahorre en su hogar. Internet: [ww1.elcomercio.com/solo\\_texto\\_search.asp?id\\_noticia=109656&anio=2008&mes=2&dia=8](http://ww1.elcomercio.com/solo_texto_search.asp?id_noticia=109656&anio=2008&mes=2&dia=8). Acceso: 2010-01-26.

Google. Imágenes de Google. Internet: [images.google.com.ec](http://images.google.com.ec). Acceso: 2010-02-04.

# Consejos prácticos sobre ENERGÍA

Para un entorno urbano sostenible



## Por eso, en tu hogar:

- Aprovecha la luz solar pintando tus paredes con colores claros y abriendo las cortinas durante el día.
- Utiliza electrodomésticos de bajo consumo de energía.
- Apaga las luces de los cuartos que nadie esté ocupando.
- Reemplaza tus focos incandescentes por focos ahorradores.
- Apaga los aparatos como computadoras, equipo de sonidos y televisores cuando nadie los esté usando.
- Si tienes un tanque calentador de agua eléctrico, enciéndelo una o dos horas antes de bañarte o si prefieres instala un temporizador o *timer* para que éste haga ese trabajo automáticamente.
- Abre la puerta del refrigerador el menor número de veces posible.
- Procura no subir mucho el volumen de tu equipo de sonido.
- Desconecta los electrodomésticos que no estés utilizando porque consumen energía aún cuando están apagados. Si prefieres, instala tomacorrientes especiales para evitar este problema.
- Si tienes una lavadora, úsala en su máxima capacidad.
- Humedece la ropa un poco antes de plancharla.
- Dúchate rápida y eficientemente.
- En tu cocina eléctrica o a gas intenta usar el calor eficientemente tapando las ollas para que no escape el calor, usando ollas de presión y ollas de distribución uniforme, cocinando recetas rápidas, etc.

## ¿Sabías que:

- El 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero son liberadas a la atmósfera por edificios y comunidades?
- Alrededor del 40% de la energía eléctrica que usamos en el Ecuador proviene de combustibles fósiles?
- Al usar energía eléctrica y energía del gas doméstico contribuimos al cambio climático que es causante de las sequías y la actual crisis energética?
- El 55% de la energía consumida en el Ecuador corresponde al funcionamiento de edificios comerciales y residenciales? ¡Eso es cerca de 11 veces más que la energía usada para alumbrado público!



## Y en tu trabajo:

- Usa la luz solar cuando trabajes.
  - Si tienes calor, abre las ventanas de tu oficina.
  - ¡Muévete conscientemente! Comparte el transporte con tus compañeros de trabajo, usa el transporte público, camina o usa una bicicleta.
  - Acuerda con tus compañeros de trabajo en usar la cafetera solamente en ciertos horarios para que no esté encendida permanentemente.
  - Prefiere computadoras portátiles y monitores eficientes (LCD o plasma).
  - Cuando dejes de usar tu computador sólo por un momento usa el modo Hibernar.
- Apaga tu computador y las luces al salir de tu oficina.

## Consejos prácticos sobre

# A G U A

Para un entorno urbano sostenible



### Por eso, en tu hogar:

- Reemplaza tu inodoro antiguo con inodoros de bajo consumo de agua como los del tipo *dual-flush*.
- Instala grifería, duchas y boquillas de mangueras de bajo consumo de agua.
- Lava tu auto usando solamente un par de baldes de agua o lávalo en un centro comercial donde haya carritos de lavado de autos.
- ¡Riega tus plantas conscientemente! Usa mangueras de riego por goteo, mezcla la tierra con compost y aprovecha el agua utilizada para la limpieza o agua de lluvia.
- Demórate sólo lo necesario en la ducha.
- Cierra la llave del agua mientras te cepillas los dientes o mientras te afeitas.
- Arregla cualquier defecto en los aparatos sanitarios y en la tubería de agua para evitar fugas.
- Usa tu ropa, toallas y sábanas por más tiempo entre cada lavada.
- Si tienes una lavadora, úsala en su máxima capacidad.
- Para lavar la ropa en lavadora o en piedra de lavar, usa sólo el detergente necesario para que el agua esté jabonosa (la espuma no es lo que limpia la ropa) y así no necesitarás mucha agua para enjuagar.
- Limpia tus patios y entradas con una escoba en lugar de usar una manguera.
- Para lavar tus platos, ollas y cubiertos eficientemente para no desperdiciar agua. Si están con mucha grasa, lávalos con agua caliente para que la grasa salga rápida y fácilmente.

### ¿Sabías que:

- El 0,1% del agua en el planeta Tierra está disponible para el consumo humano?
- Cerca de un octavo del agua dulce del Ecuador es consumida por edificios y comunidades?
- Tu Municipalidad gasta muchos recursos para poder captar, conducir, tratar y distribuir cerca de 20'000.000 de metros cúbicos de agua potable al mes en Quito?
- Las fuentes de agua dulce en el Ecuador están amenazadas por el cambio climático? ¡Los glaciares andinos están desapareciendo!
- El agua que usamos se contamina con nuestros desechos y luego es liberada al ambiente contaminando nuestros ríos?



### Y en tu trabajo y en todas partes:

- Avisa al conserje o administrador del edificio si encuentras un problema de fuga en los aparatos sanitarios o en las tuberías para que lo arreglen de inmediato.
- Cierra las llaves de agua cuando termines de usar el urinario o el lavabo.



# Consejos prácticos sobre RESÍDUOS SÓLIDOS

Para un entorno urbano sostenible



## Por eso, en tu hogar, trabajo y en todas partes:

- Selecciona y separa la basura según lo que la municipalidad pueda reciclar.
- Sacar la basura de acuerdo a los horarios de recolección de la zona en bolsas bien cerradas, en el recipiente adecuado y en los lugares establecidos por la administración de tu edificio o barrio.
- No tires basura a la calle, terrenos baldíos, caminos o quebradas.
- Guarda la basura en tu casa si el camión recolector ya pasó. No la dejes en la vereda o en parterres porque otros pueden seguir tu ejemplo y porque perros y otros animales pueden abrir las bolsas y regar la basura.
- No botes la basura por las rejillas del sistema de alcantarillado porque al taponarse pueden provocar inundaciones y deslaves en época de lluvias.
- Comunícate con la EMAAPQ en caso de que las rejillas de tu barrio estén llenas de desechos para que lo arreglen de inmediato.
- Practica las 3 "R": Reducir, Reutilizar y Reciclar.

## Reducir

- Compra solamente lo que necesitas, objetos de buena calidad, duraderos y que puedan repararse.
  - Compra los productos con lo mínimo de envolturas.
  - Compra los productos que usas habitualmente en paquetes grandes.
  - Utiliza productos de limpieza concentrados porque tienen envases durables y son de menor tamaño.
  - Imprime y saca copias solo cuando sea necesario y ocupa las dos caras de cada hoja.
  - Usa el Internet para enviar mensajes, publicidad y todo aquello que puede realizarse sin usar papel.
- Prefiere aparatos con conexión eléctrica antes que los que funcionan con pilas.


## ¿Sabías que:

- Quito produce alrededor de 1800 toneladas de basura al día?
- Cerca de dos tercios de esa basura proviene de los hogares?
- El 60% de toda la basura de Quito es orgánica o biodegradable?
- El 23,3% de toda la basura contiene materiales que se pueden reciclar?
- La disposición irresponsable de la basura provoca enfermedades en personas y animales, contamina el suelo, aire y agua; tapona el sistema de alcantarillado y muchos efectos más?

## Reutilizar

- Si compras una casa o departamento usado y deseas remodelarlo, renueva y reutiliza todos los materiales que puedas en lugar de reemplazarlos. Por ejemplo, puedes pintar sobre azulejos que no te gusten, renovar los muebles y pulir los pisos viejos. También puedes regalar materiales que ya no desees a personas que los arreglan y utilizan (vidrios, perfiles metálicos, aparatos sanitarios, calefones, muebles, etc.).
- Usa platos, vasos y tazas reutilizables.
- Compra productos en empaques que puedan utilizarse varias veces como frascos de vidrio, envases de plástico, bolsas, etc.
- Utiliza pilas recargables.
- Dona tus libros, revistas, ropa, aparatos electrónicos y muebles viejos para que otros los utilicen.
- Compra bienes usados y renuévalos.
- Recarga tus cartuchos de tinta para impresoras o toners en lugar de botarlos.
- Prefiere bebidas con envases retornables.
- Utiliza las caras limpias de hojas de papel usadas para escribir o imprimir borradores.

## Reciclar

- Fomenta el uso de papel reciclado en productos que no requieren papel refinado.
  - Prefiere productos con envases reciclables. Identifícalos con este símbolo: 
- Acumula materiales reciclables como el vidrio, papel limpio, plástico, cartón limpio, pilas, celulares y deposítalos en contenedores separados de tu edificio.
- Acumula los desechos de cocina y jardín para elaborar compost.

# Consejos prácticos sobre AMBIENTE INTERIOR

Para un entorno urbano sostenible



## Por eso, en tu hogar:

- Limpia el polvo y el moho en tu hogar con cuidado para no respirar contaminantes.
- Coloca la basura en los sitios establecidos por la administración de tu barrio o edificio.
- Limpia periódicamente los pisos, alfombras, cortinas, baños y la cocina de tu hogar.
- Si tu departamento o casa es nueva, mantén tus ventanas abiertas durante el día durante 6 meses contados desde la fecha en que fue terminada.
- Si usas productos de limpieza para pisos y ventanas, ventila el espacio que hayas limpiado durante el día para evacuar los gases despididos por estos productos.
- Limpia tus zapatos antes de entrar a tu hogar o déjalos afuera. Éstos traen contaminantes del exterior.
- Evita escuchar música con el volumen alto y a horas en que tus vecinos podrían molestarse.
- Relaciónate positivamente con tus vecinos y participa en las reuniones que se convoquen en tu edificio o barrio.



## ¿Sabías que:

- El ruido, la falta de luz natural, la falta de contacto con el exterior, los problemas laborales, el polvo doméstico, hongos, malos olores, humo, virus, bacterias y otros contaminantes y problemas están en todos los edificios, causan estrés y síntomas en el cuerpo, afectan al rendimiento de las personas y hasta pueden causar enfermedades? A esto se lo conoce como el efecto de **EDIFICIO ENFERMO**.
- En los parqueaderos cerrados se concentran sustancias peligrosas para la salud como el monóxido de carbono, dióxido de azufre y de nitrógeno, partículas de combustión y plomo?
- Los gases del consumo de tabaco afectan seriamente a la salud de fumadores y aún más a no fumadores?
- Los materiales de acabados nuevos y los productos de limpieza despiden gases peligrosos para la salud como el formaldehído?
- Un ambiente interior saludable, confortable y en armonía con las personas que te rodean puede elevar tu rendimiento hasta en un 25%?

## Y en tu trabajo y en todas partes:

- Evita calentar tu vehículo, especialmente dentro de un parqueadero cerrado.
- Si existe congestión vehicular dentro de un parqueadero cerrado, cierra las ventanas y apaga tu vehículo mientras esperas que fluya el tránsito.
- No permanezcas mucho tiempo dentro de un parqueadero cerrado.
- Avisa a la administración del edificio si existen problemas en la climatización para que los arreglen inmediatamente.
- Comunica a la administración del edificio si sufres síntomas que puedan estar relacionados al ambiente interior del edificio para encontrar y eliminar las causas.
- Cierra las ventanas cuando existan contaminantes del exterior como humo, polvo o ruido.
- Evita fumar en espacios cerrados.
- Si encuentras baños muy sucios, sugiere a la administración del edificio que los limpien bien, especialmente en tu lugar de trabajo.
- Si estornudas en un lugar cerrado con gente alrededor, primero tapa bien tu boca y nariz.
- Sal de vez en cuando para tomar aire fresco y relajarte.
- Relaciónate positivamente con tus compañeros de trabajo.

# Consejos prácticos sobre EMERGENCIAS

Para un entorno urbano sostenible



## ¿Sabías que:

- Los edificios y sus ocupantes en Quito corren serios riesgos bajo la amenaza de sismos, incendios, erupciones volcánicas y deslizamientos de tierra?
- Saber cómo actuar en situaciones de emergencia puede salvar la vida de muchos ocupantes de edificios?



## Por eso, en tu hogar, trabajo y en todas partes:

- Mantén a la mano una lista de números telefónicos de emergencia.
- Evita construir o comprar una vivienda cerca de quebradas, ríos, taludes, barrancos o cualquier lugar con riesgo de deslaves y deslizamientos de tierra.
- Discute con tus vecinos y compañeros de trabajo sobre planes de contingencias para actuar en situaciones de emergencia.
- Sugiere que se realicen simulacros de emergencia en tu edificio para distintos escenarios.
  - Sigue las recomendaciones del Cuerpo de Bomberos para prevenir y controlar incendios.
- Al entrar a un edificio, fijate en las señales de salida de emergencia, equipo para contrarrestar incendios y demás elementos de emergencia.
- Cuando exista riesgo de erupción volcánica, pon mucha atención a las recomendaciones emitidas por los medios de comunicación.

