

Construcciones sostenibles, impactos ambientales

Sustainable constructions, environmental impacts

Ligia María Vélez Moreno*

Citar este artículo como: Vélez Moreno, L. (2019). Construcciones sostenibles, impactos ambientales. *Revista Nodo*, 14(27), pp. 86-95

Resumen

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 procura garantizar que las ciudades y otros asentamientos humanos sean seguros, inclusivos, resilientes y sostenibles; la sostenibilidad deberá ser una característica intrínseca del urbanismo. En este trabajo se presentan algunos elementos relacionados con los tóxicos generados por los materiales de construcción, la envolvente en los edificios –eficiencia energética–, los materiales durables en la edificación, las tecnologías limpias, y las certificaciones; todo ello para decir que hoy, más que nunca, aprovechar la tecnología, el empleo correcto de los recursos, y un desarrollo sostenible e integral, con la responsabilidad ambiental, contiene la revisión del ejercicio profesional en el campo de la arquitectura, de la ingeniería, del urbanismo y de la construcción desde el proceso de diseño, con la selección de materiales, bajo la premisa de la sostenibilidad ambiental y no solamente por motivaciones estéticas y económicas. En este sentido los equipos de trabajo en dichos campos se verán obligados, en poco tiempo, a emplear sistemas de certificación y herramientas como el LCA al igual que la utilización de BIM con CAD y la escala en el manejo integral de los proyectos.

Palabras clave: envolvente en los edificios, eficiencia energética, materiales durables, Ciclo de vida de edificaciones (LCA), certificaciones.

Abstract

Sustainable Development Goal 11 seeks to ensure that cities and other human settlements are safe, inclusive, resilient and sustainable, sustainability should be an intrinsic feature of urbanism. In this work, they are presented: The toxins generated by the building materials: the envelope in the buildings (Energy efficiency), durable materials in the building, the clean technologies and the certifications; to conclude: that today, more than ever, to take advantage of technology, the correct use of resources, and sustainable and integral development with environmental responsibility, contains the review of the professional exercise in the field of architecture, engineering, of urban planning and construction, from, the design process, with the selection of materials, under the premise of environmental sustainability and not only for aesthetic and economic reasons. Also besides, teams working in these fields will be forced, in a short time, to use certification systems and tools

Fecha de recepción: 7 de marzo de 2019 - Fecha de aceptación: 16 de agosto de 2019

* Ingeniera Civil, Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas, Departamento de Ciencias Ambientales y de la Construcción, Instituto Tecnológico Metropolitano ITM. Correo electrónico: ligiavelez@itm.edu.co

such as the ACL as well as the use of utilities, BIM with CAD and scale in the integral management of projects.

Keywords: envelope in buildings, energy efficiency, durable materials, Life Cycle Assessment (LCA), certifications.

Introducción

Cerca del 60% de las personas vivirá en áreas urbanas en 2030, según la ONU (Deuskar y Ferreira, 2016); gran parte del aumento de la población urbana entre el presente y el 2030 y que se traducirá en 1000 millones de habitantes más, se registrará en Asia y África, regiones que atraviesan por transformaciones que cambiarán de manera permanente sus trayectorias económicas, ambientales, sociales y políticas. El Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 procura garantizar que las ciudades y otros asentamientos humanos sean seguros, inclusivos, resilientes y sostenibles, concentrándose en la vivienda y los barrios de las periferias, el transporte, los procesos de planificación participativa, el patrimonio cultural, el manejo de los desechos, la calidad del aire, la gestión del riesgo de desastres y otras cuestiones. Ahora bien, lo crítico en América latina, los tugurios y la precariedad, puede definirse como un fenómeno urbano (Ordóñez Ortiz, 2012) que implica la ocupación o concentración de personas en un territorio con una ausencia o carencia de elementos integrales del hábitat. Su principal manifestación es el asentamiento, su forma más primitiva y, por lo tanto, más urgente que el barrio precario; este último acaso, con un nivel de legalidad y urbanismo paulatinamente mayor, pero, en ningún caso aceptable.

El urbanismo sostenible, arquitectura sostenible y construcción sostenible son términos hasta cierto punto redundantes, pues la sostenibilidad debería ser una característica intrínseca del urbanismo y la arquitectura (Rocha Tamayo, 2011). Si así fuera, las certificaciones de construcción sostenible no serían necesarias, estarían inmersas en lo urbano. Sin embargo, los sistemas de certificación

constituyen una guía de apoyo para que se logren proyectos sostenibles, y la certificación de edificaciones, cada vez más frecuente, lo comprueba. Es necesario que todos los involucrados en los desarrollos de proyectos inmobiliarios, como inversionistas, promotores, diseñadores y usuarios finales sean conscientes de la importancia que representa para la preservación del planeta la reducción del impacto ambiental causado por la construcción y operación de edificaciones. La operación de edificios consume cerca del 70% de la energía eléctrica (UNEP, 2008), además de grandes cantidades de agua para la eliminación de desechos, y genera enormes cantidades de basura. Los edificios, al terminar su vida útil, son frecuentemente demolidos y la mayoría de sus componentes van a los rellenos sanitarios –incluso en Colombia y otros países con economías emergentes en los que frecuentemente se reutilizan materiales de demolición tales como puertas, ventanas, estructuras metálicas y tejas entre otros–, que con el aumento progresivo de la producción de desechos requieren de mayores extensiones de terrenos, con los consecuentes daños a ecosistemas. De acuerdo con Norman Foster, en entrevista con Juana Libedinsky:

Aún no tenemos una comprensión completa del impacto de los temas ambientales en la arquitectura en un sentido global, y espero que nuestro trabajo pueda aportar algunas referencias útiles para las generaciones futuras. Las cuestiones ambientales afectan la arquitectura a todo nivel, pero los arquitectos no pueden resolver todos los problemas ambientales del mundo; esto requiere de liderazgo político. Sin embargo, podemos diseñar edificios para que funcionen con niveles de consumo de energía muy inferiores a los actuales, podemos influir en los patrones del transporte a través del planeamiento urbano y podemos actuar como defensores apasionados del diseño sustentable (Libedinsky, 2011, p. 22).

Además, es necesario considerar el impacto ambiental causado por la extracción y los procesos de producción de los materiales que se utilizan en la construcción.

Los tóxicos generados por los materiales de construcción

El sector de la construcción es considerado mundialmente como una de las principales fuentes de contaminación medioambiental (Adnan Enshassi, 2014, pp. 1-14), pues produce enormes efectos negativos en el medioambiente ya sea directa o indirectamente. La Franja de Gaza está experimentando un aumento de los proyectos de construcción, incrementando la presión sobre el ecosistema al introducir y generar diversos contaminantes. Los ecosistemas de la Franja de Gaza se están debilitando y deteriorando debido a sus limitados recursos naturales, a su deteriorada situación política y económica, al crecimiento de la población y a la escasa conciencia sobre el cuidado del medioambiente.

Los impactos ambientales se clasifican en tres categorías: ecosistemas, recursos naturales e impacto en la comunidad. Lo que se revela en la generación de polvo, contaminación acústica, operaciones con remoción de la vegetación y la contaminación atmosférica son los impactos ambientales más significativos de los proyectos de construcción. Las partículas más pequeñas son las más peligrosas: permanecen más tiempo en el aire y pueden penetrar hasta los lugares más profundos de los bronquios. El mayor riesgo está, pues, en el polvo que no se ve. Por esto suele medirse no el total de polvo atmosférico, sino sólo el llamado “polvo respirable”.

Además, se evidencia que tanto los trabajadores como quienes laboran en el sector de la construcción son los que más se exponen diariamente a problemas de salud como afecciones respiratorias y al hígado, cáncer, deterioro de la audición, hipertensión, molestias, trastornos del sueño y problemas cardiovasculares. Existe una gran cantidad de personas, que están expuestas y deben respirar ese polvo: trabajadores, vecinos y quienes usan las rutas próximas a las obras en construcción. Los encuestados de Gaza sabían que estos contaminantes son peligrosos, graves, y que

producen efectos adversos en la comunidad y en el entorno. Este material también particulado sin dejar a un lado el tema de las aguas lluvias presenta contaminación y metales pesados, requiere de un manejo especial. El riesgo de exposición al polvo provocado por los vehículos, actividades de la construcción, fabricación o entrega de los materiales de construcción se debe a que producen problemas de salud, especialmente para quienes sufren dificultades respiratorias, provoca la degradación del entorno, contaminación del aire, suelo y agua, nubla la visión, daña o ensucia las propiedades y pertenencias, y crea condiciones inseguras de trabajo ocasionando irritación en las vías respiratorias, enfermedades crónicas del sistema respiratorio que, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es muy perjudicial para la salud de las personas.

La envolvente en los edificios (eficiencia energética)

De acuerdo al proyecto y sus materiales, la construcción de las cubiertas y fachadas, pueden lograr una mayor eficiencia energética, evitando o minimizando la utilización de sistemas electromecánicos de climatización de edificios y una buena iluminación natural.

La iluminación

Niveles de iluminación recomendados (Iluminancia) para interior y exterior, es la cantidad de luz que se mide en una superficie plana (o el flujo luminoso que incide sobre una superficie total, por unidad de área). La iluminancia se mide en lux (en el sistema SI métrico, sistema internacional de unidades). Un lux es un lumen por metro cuadrado. El confort visual y los ahorros energéticos (Villalba, Pattini y Corica, 2012) resultan de la adecuada planificación de la iluminación natural de un espacio. Como primera medida para alcanzarlos se debe conocer la posibilidad de acceso a la radiación solar en el rango visible de las fachadas. Determinar

la opción de acceso a la radiación solar en el rango visible (iluminación natural) de las fachadas es el primer aspecto que se debe esclarecer para poder generar recomendaciones de diseño que optimicen el uso de la iluminación natural. Asimismo, la eficacia de la luz natural que llega a estas fachadas, para alcanzar un rendimiento visual óptimo, dependerá de la forma en que se entrega.

El ruido

En comparación con otros contaminantes (Berglund, Lindvall y Schwela, 1995, pp. 1-3), el control del ruido ambiental se ha limitado por la falta de conocimiento de sus efectos sobre los seres humanos, la escasa información sobre la relación dosis-respuesta y la falta de criterios definidos. Si bien se considera que la contaminación acústica es principalmente un problema de “lujo” en los países desarrollados, no se puede pasar por alto que la exposición es a menudo mayor en los países en desarrollo debido a la deficiente planificación y construcción de los edificios. El ruido urbano (también denominado ruido ambiental, ruido residencial o ruido doméstico) se define como aquel emitido por todas las fuentes a excepción de las áreas industriales. Las fuentes principales del ruido urbano son el tránsito automotor, ferroviario y aéreo, la construcción y obras públicas y el vecindario. La mayor parte de sonidos ambientales está constituida por una mezcla compleja de frecuencias diferentes. La frecuencia se refiere al número de vibraciones por segundo en el aire en el cual se propaga el sonido y se mide en Hertz (Hz). Por lo general, la banda de frecuencia audible es de 20 Hz a 20.000 Hz para oyentes jóvenes con buena audición.

A nivel mundial, la deficiencia auditiva es el riesgo ocupacional irreversible más frecuente y se calcula que 120 millones de personas tienen problemas auditivos. En países en desarrollo, no sólo el ruido ocupacional sino también el ruido ambiental es un factor de riesgo para la creciente deficiencia auditiva.

La temperatura

Refiere al clima urbano, fundamentalmente sobre las islas de calor urbanas (Villanueva-Solis, Ranfla y Quintanilla-Montoya, 2012) en el ambiente tropical y su mitigación a través del planeamiento y de la gestión de los espacios urbanos; de ahí la importancia del estudio del clima en las ciudades medianas y pequeñas y sus consecuencias en la vida cotidiana. Los resultados muestran las diferencias de las temperaturas entre los ambientes rurales y urbanos registradas en los puntos fijos, que llegaron a 10,9°C. En los transportes móviles fueron detectadas islas de calor de magnitudes medianas y altas superiores a 6°C. Luego, la gestión del espacio urbano como mitigación de los problemas generados por las islas de calor con el propósito de contribuir a la mejoría de la calidad de vida en las ciudades. Según lo observado, los materiales utilizados en la construcción juegan un papel muy importante en lo que se refiere al aumento de la temperatura urbana, por lo tanto, son las estrategias enfocadas a modificar las características de las superficies horizontales en la ciudad las que ofrecen mayor potencial de mitigación, a pesar de los beneficios de la reforestación esta estrategia debe estar en combinación con las demás, ya sea por el limitado espacio libre para reforestar, o bien por el tiempo de crecimiento de los árboles, además de considerar las condiciones de aridez de la región y las limitantes a los recursos hídricos.

En el interior de los edificios, los diseños de sistemas pasivos con los que se pretende lograr el confort térmico de los ambientes interiores de una construcción sin el uso de equipos eléctricos, mecánicos o cualquier otro sistema activo, dependen principalmente de que el diseño arquitectónico responda a las condiciones de clima del sitio en el que se va a construir la edificación, y en gran medida, de las propiedades térmicas de los materiales utilizados. En climas cálidos se debe buscar la protección de la radiación solar y la ventilación, que además de contribuir a la reducción de temperatura es necesaria para la renovación de aire interior; en climas fríos es fundamental el aprovechamiento de la

radiación solar para aumentar la temperatura de los espacios, y el control de la ventilación es crítico porque se debe lograr la renovación del aire sin causar pérdidas fuertes de temperatura al exterior.

La inercia térmica es la propiedad de los materiales de retener el calor y retardar su transmisión de un lado al otro del material, en un muro, por ejemplo, usualmente la inercia térmica contribuye a mantener temperaturas más o menos constantes en espacios interiores, es decir, con fluctuaciones reducidas.

Los residuos de la demolición

La industria de la construcción genera una parte significativa de los residuos sólidos generados en los centros urbanos (Maciel, 2016). En parte esto se debe a la falta de una cultura de reducción de generación o reutilización de los residuos. Algunos estudios indican que la cantidad de residuos de la construcción cambia de 230 hasta 760 kg/habitante/año en algunas ciudades brasileñas (Pinto, 2005; Rocha y John, 2003). Según Faria, Cussioli y Pinto (2009), en algunas ciudades los residuos de la construcción vienen a ocupar un 50% del volumen total de los sitios de disposición final. Klaucek y Fazolo (2006) afirman que para cada tonelada de residuos domésticos se recogen dos toneladas de residuos de las actividades de construcción. El sector de la construcción requiere una gran cantidad de recursos naturales y contribuye significativamente a la generación de residuos y daños al medio ambiente. Los sistemas de gestión están asumiendo cada vez más importancia para las empresas de construcción, hasta para el desarrollo económico del sector. Los materiales que pueden ser reciclados fácilmente, “convirtiéndose” en materia prima para la fabricación de nuevos productos para la construcción o el consumo en general, reducen la extracción de recursos no renovables. En oposición se estudia la energía “gris” o energía “embebida” en los materiales y productos para la construcción es el parámetro más utilizado para calcular las emisiones de CO₂ a la atmósfera durante la extracción de materias primas, los

procesos de transformación y el transporte de los materiales hasta su destino final de utilización. Consiste en medir la energía en unidades de Julios, watts o BTU's. La energía embebida de un edificio se calcula sumando toda la energía embebida de todos los materiales utilizados, más la energía utilizada durante la construcción. La energía embebida forma parte fundamental de la valoración del ciclo de vida (Life Cycle Assessment).

Los materiales durables en la edificación

Para la selección de materiales, que debe hacerse durante el proceso de diseño, es importante tener en cuenta los diversos factores y variables, que son requeridos en los sistemas de certificación de edificaciones, se propenden por la utilización de aquellos que tengan bajo impacto durante el proceso de producción, aún si esto no está explícitamente solicitado en los sistemas de certificación.

Para que los materiales sean considerados como “locales” se debe tener en cuenta que la extracción de materias primas y los procesos de producción, cuando los hay, sean realizados a distancias cortas del sitio de construcción.

Otra variable es incluir en la práctica del diseño estrategias como el “diseño para el desmantelamiento” –*Design for disassembly*– (Pressman, 2007, p. 844), o los sistemas pasivos de control de temperatura interior para el confort de los usuarios, entre otras, conduce a reducir el impacto ambiental generado durante la utilización y operación de los edificios, así como al terminar la vida útil del edificio, durante su demolición.

Por último, una tercera variable es que se debe evitar el uso de materiales o productos que, por su forma de fabricación, contengan y emitan partículas, componentes volátiles orgánicos u otros gases nocivos para la salud después de ser instalados, principalmente en espacios interiores, para evitar el deterioro de la calidad de aire interior y minimizar el riesgo de enfermedades en los usuarios de los edificios.

Los materiales renovables son aquellos que son producidos con materias primas cultivables y/o de crianza animal, como madera, fibras vegetales, cueros y fibras animales. Para la utilización de materiales renovables se debe tener en cuenta la producción, de tal manera que se garantice la continuidad de la renovación, evitando el agotamiento de la tierra y/o los recursos hídricos.

El ciclo de producción o el tiempo de cultivo en las especies maderables, es un factor importante de la renovación. La madera, el caucho natural, la guadua, el corcho y otros productos vegetales son renovables y son frecuentemente utilizados directamente como materiales de construcción o como materias primas para productos procesados para la construcción.

Las tecnologías limpias en la edificación

En 1997, el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia implementó políticas enfocadas al desarrollo de producciones más limpias que, como su nombre lo indica, tienen por objeto impulsar una productividad con impacto reducido sobre el entorno natural. Así mismo, como lo plantea Franco y Cardona (2015), la puesta en marcha de tecnologías limpias también obedece a la necesidad de las organizaciones de implementar de forma exitosa el programa de responsabilidad social empresarial. Según el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS, 2012) y Ceballos et al. (2013) entre los aspectos destacables de este tipo de acuerdos se encuentran las siguientes tres áreas:

- Tecnologías vinculadas con ecosistemas que propenden por el cuidado de la biodiversidad, humedales, flora y fauna, en contra a este acuerdo se tiene la práctica inadecuada del reciclaje de los paneles de yeso utilizados comúnmente en la construcción en seco de muros es un proceso desarrollado recientemente. Con frecuencia, al demoler o desmontar muros construidos con estos, los paneles destruidos van a los basureros y rellenos sanitarios (WRAP, 2005, p. 2).

- Tecnologías afines al cuidado de la atmósfera, que buscan reducir el daño de la capa de zona y atenuar los impactos del cambio climático. En oposición a este acuerdo, la extracción de materias primas, el proceso de producción y finalmente el transporte al sitio de la obra en construcción, son actividades que implican emisiones de gases de efecto invernadero y en muchos casos daños ambientales en diversos ecosistemas.
- Tecnologías que se ocupan del tratamiento de sustancias químicas y manejo de residuos peligrosos, materia orgánica y trámites especiales para la manipulación de ciertos químicos. Con excepción de algunos productos compuestos (elementos de diversos materiales reforzados con fibra de vidrio, caucho con fibras de acero, etc.) casi todos los materiales son reciclables. Desde el asfalto de las vías y el concreto fundido en sitio hasta materiales como el vidrio y los metales. La industria ha desarrollado nuevos procesos para el reciclaje de materiales los cuales son más o menos complejos dependiendo de la composición de los mismos.

Los metales, tanto ferrosos (hierro, acero, etc.) como los no ferrosos (cobre, aluminio, etc.) son materiales fáciles de reciclar. Normalmente se funden y se producen nuevos productos. Al reciclarlos se elimina el impacto ambiental causado por los procesos de extracción y minería, reduciendo el consumo de energía hasta en un 70% de la energía requerida para el proceso completo de producción, en el caso del acero, y hasta en un 95% en el caso del aluminio¹.

Con el reciclaje de materiales como los polímeros y el vidrio que tienen un alto nivel de energía gris, se logran ahorros significativos de energía en comparación con la producción de productos nuevos. En el caso de los polímeros el reciclaje contribuye, además, a reducir el consumo de petróleo.

El ladrillo, el concreto y otros materiales pétreos presentan mayores limitaciones para su reciclaje.

.....

1 Véase: [<http://www.buildwise.org/library/energy/sustainable/green.technical-guide/fs31.pdf>].

Sin embargo, pueden ser triturados para su uso como agregados, o como bases de rellenos de construcción. El ahorro en términos de energía no es significativo, pero la reducción del impacto ambiental generado por la extracción minera en cuerpos de agua (ríos) y canteras sí justifica ampliamente estos procedimientos de triturado, aún más si se tiene en cuenta que son materiales ampliamente usados en las construcciones. El triturado implica consumos de energía altos, similares o mayores (dependiendo de la distancia a la cantera, para extracción de agregados) a los de la producción inicial (Bedoya, 2003).

El uso de materiales reciclables y/o materiales reciclados es una de las principales estrategias para reducir el impacto ambiental causado por la producción de materiales. La energía embebida es la energía total consumida en la construcción de un proyecto. Esta incluye la energía empleada en la fabricación de los materiales, el transporte de estos y la utilizada por la maquinaria durante la ejecución de la obra.

También se conoce como energía gris y es el parámetro más utilizado para calcular las emisiones de CO₂ generadas en el desarrollo completo de la obra. La energía es medida en julios, watts o BTU's y se calcula sumando la energía embebida de todos los materiales utilizados más la consumida durante el proceso de construcción.

-Las certificaciones. Al surgir la necesidad de calificar los edificios en términos de sostenibilidad, aparecen los sistemas de certificación de edificios (Rocha-Tamayo, 2011, p. 14) en diversas partes del mundo. La mayoría califica el desempeño de los sistemas del edificio en términos de eficiencia energética, uso de agua, localización, materiales utilizados y la calidad del aire interior.

Existen cinco sistemas de certificación reconocidos por el Consejo Mundial de Construcciones Sostenibles (WGBC) que son los siguientes:

- BREEAM – Building Research Establishment's Environmental Assessment Method (Reino Unido).

- CASBEE – Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (Japón).
- DGNB – Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (Alemania).
- GREEN STAR – Consejo Australiano, Neozelandés y Sudafricano de Construcciones Sostenibles.
- LEED – Consejo de Construcción Sostenible de los Estados Unidos, creador de LEED.

El consejo de Construcción Sostenible de Canadá, al igual que el de la India, han desarrollado sus propias versiones de LEED con el aval del USGBC (United States Green Building Council). En Colombia y otros países del mundo se han certificado construcciones utilizando el sistema LEED de los Estados Unidos, ya que estos países no han desarrollado sus propios sistemas de certificación.

En el mundo hay únicamente 20 países –incluidos los mencionados anteriormente– que han desarrollado sus sistemas de certificación, y once más que tienen establecidos Consejos de Construcción Sostenible aceptados y avalados por el Consejo Mundial de Construcciones Sostenibles (WGBC), como Brasil, México y Colombia, entre otros, pero que no cuentan con sistemas de certificación creados por ellos mismos (WGBC, 2010).

Por otro lado, la utilización no controlada de especies maderables puede conducir a la deforestación y por ende no es aceptable ni considerable como uso de materiales renovables. Para evitar este tipo de actividades surgió el Forest Stewardship Council (FSC), que certifica a nivel internacional los productos de madera cuando estos se procesan con maderas de bosques cultivados para su explotación y se garantiza que no hay deforestación. En Colombia existe representación de la FSC, y algunas empresas del sector maderero cuentan con el sello de certificación FSC y poseen Certificación por la Unidad de Manejo Forestal, mientras que otras cuentan con Certificación de unidad de manejo, Certificación de cadena de custodia y Certificado de cadena de custodia para la transformación primaria de los productos maderables.

La evaluación del ciclo de vida (LCA) es complementaria a los mencionados sistemas de certificación, ya que analiza aspectos diversos que impactan el medio ambiente durante la vida útil de los productos de consumo, en este caso los edificios, que los sistemas de certificación no miden. Así mismo los sistemas de certificación evalúan algunos aspectos que LCA no tiene en cuenta. El modelado y evaluación del ciclo de vida, muy poco conocido en Colombia, constituye una herramienta de gran valor durante la fase de diseño de los proyectos debido a que suministra información valiosa, que en coordinación con otros aspectos del diseño arquitectónico, permitirá tomar decisiones de diseño y construcción que conduzcan a la disminución del impacto ambiental de las edificaciones. Así, para minimizar el impacto ambiental durante la vida útil del edificio es de gran importancia pronosticar, desde la fase de diseño, cómo va a ser el mantenimiento del edificio durante su operación, algunos ejemplos son: materiales resistentes a los rayos UV como concreto, piedra o ladrillo en fachadas, y revestimientos para la espacialidad del edificio y sus implicaciones ambientales.

Conclusiones

Hoy, más que nunca, es importante aprovechar la tecnología, el empleo correcto de los recursos, y un desarrollo sostenible e integral, con responsabilidad ambiental, con todos los actores que constituyen a la sociedad. Dadas las circunstancias de deterioro ambiental del planeta es prioritario que todos los actores involucrados tomen medidas para la protección del medio ambiente y su recuperación. En este orden de ideas, los sistemas de certificación de construcciones sostenibles se constituyen en una estrategia para medir el nivel de sostenibilidad de las construcciones y en una guía de buenas prácticas en el campo de la arquitectura, el urbanismo y la construcción para el desarrollo del hábitat.

Es necesario revisar el ejercicio profesional en el campo de la arquitectura, la ingeniería, el urba-

nismo y la construcción. Desde el proceso de diseño y la selección de materiales se debe hacer bajo la premisa de la sostenibilidad ambiental y no solamente por motivaciones estéticas y económicas. Los equipos de trabajo en estos campos se verán obligados, en poco tiempo, a utilizar los sistemas de certificación y las herramientas como el LCA al igual que utilizan los computadores con utilidades, BIM con CAD y la escala en el manejo integral de los proyectos. Todos los edificios necesitan mantenimiento sin importar con qué materiales estén contruidos. Este mantenimiento consiste básicamente en aseo, reparaciones menores y reposición de elementos que por el uso continuo y las condiciones climáticas presenten deterioro. Esto involucra costos energéticos, consumo de agua, generación de residuos y en algunos casos contaminación de cuerpos de agua o del subsuelo.

Para minimizar el impacto ambiental durante la vida útil de un edificio, resulta de gran importancia ser previsor desde la fase de diseño, de ejecución y en la sustentación del edificio durante su operación. Algunos ejemplos son el uso de materiales resistentes a los rayos UV (rayos invisibles que forman parte de la energía que viene del sol; la radiación ultravioleta que llega a la superficie de la tierra) como concreto, piedra o ladrillo en fachadas, y revestimientos para la espacialidad del edificio y sus implicaciones ambientales. Así pues, hablar de disminución de consumo energético de un edificio no es suficiente para definirlo como un edificio sostenible, se considera únicamente su etapa de uso y no su ciclo de vida completo. De nada vale construir un edificio que no consume energía, pero que fue construido con materiales de alta energía embebida, finalmente el impacto ambiental no disminuiría.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, A. H.; Vásquez, H. A. y Ramírez, C. D. (2012) Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y Ambiente*, (15) 1, pp. 105-117.

- Angelard, C.; Colard, A.; Niculita-Hirzel, H.; Croll, D. y Sanders, I. R. (2010). Segregation in a mycorrhizal fungus alters rice growth and symbiosis-specific gene transcription. *Curr Biol.* 20(13), pp. 1216-1221. Disponible en: [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982210005993>].
- Adnan Enshassi, B. K. (2014). An evaluation of environmental impacts of construction-Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*. Vol 29 N°3, pp. 1-21.
- Alix Ruiz Ariza, A. J. (2017). Uso y demanda de Tecnologías Verdes en el sector de la construcción en Cartagena de Indias. Una aproximación teórica y práctica. *Saber, ciencia y libertad*. Vol. 12, No. 2, pp. 83-91.
- Bedoya, C. (2003). El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Berglund, B., Lindvall, T., y Schwela, D. (1995). Guías para el ruido urbano. En *OMS, Community Noise*. Londres: Stockholm University, Karolinska Institute.
- BREEAM (2008). *Offices Assessor Manual 2008*. London: BRE Global Ltd. Centre for desing at Royal Melbourne Institute of Technology, Building Research Establishment's Environmental Assessment Method.
- CCCS (2012). Foro Manejo de residuos de demolición y construcción. Bogotá: Consejo Colombiano de Construcción Sostenible.
- Ceballos, I., Ruiz, M., Fernández, C., Peña, R., Rodríguez, A. y Sanders, I. R. (2013). The In Vitro Mass-Produced Model Mycorrhizal Fungus, *Rhizophagus irregularis*, Significantly Increases Yields of the Globally Important Food Security Crop Cassava. *PLoS ONE*. 8(8): e70633.
- CSIRO (2010). Your home technical manual. Australia Common wealth Scientific and Industrial Research Organization Disponible en: [<http://www.yourhome.gov.au/technical/index.html>].
- Deuskar, C. y Ferreira, T. S. (2016). Una historia de muchas ciudades: el seguimiento de la urbanización en el mundo. Banco Mundial. Disponible en: [<https://blogs.worldbank.org/opendata/es/co>].
- EPA (2008). Lifecycle construction resource guide. Atlanta: United States Environment Protection Agency. Disponible en: [<http://www.lifecyclebuilding.org/files/Lifecycle%20Construction%20Resource%20Guide.pdf>].
- Faria A. M., Cussiol N. A. M. y Pinto J. M. A. (2009), Diagnóstico da aplicação da resolução nº 307/2002 do Conama, em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Construindo*, 1(1). (<http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/1744/0>).
- Franco, B. V. y Cardona, A. D. (2015). La responsabilidad social empresarial y la lucha contra la pobreza. *Saber, ciencia y libertad*, 10 (1), pp. 115-124.
- Libedinsky, J. (2011) Norman Foster, un arquitecto que imagina el futuro. Entrevista a Norman Foster. *La Nación* (Argentina), 116. Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA. En: *El Tiempo*, enero 22, p. 22.
- Maciel, M. S. (2016). Management system proposal for planning and controlling construction waste-Propuesta de un sistema de planificación y control de residuos en la construcción. *Revista Ingeniería de Construcción* Vol 31 N° 2, pp. 1-12.
- Ordóñez Ortiz, A. (2012). Asentamientos y barrios precarios. Laboratorio de proyectos urbanos. CITU. *Experiencia Local* (Colombia), pp. 1-18.
- Pinto T. P. (2005), *Gestão ambiental de resíduos da construção civil. A experiência do Sinduscon-SP. Relatório de pesquisa - ObraLimpa/Sinduscon-SP*. São Paulo: Sinduscon-SP.
- Pressman, A. (Ed.), (2007). *Architectural Graphic Standards* 11TH Edition. New Jersey: John Wiley & Sons.

- Rocha J. C. y John V. M. (Eds.) (2003) *Utilização de resíduos na construção habitacional*. Porto Alegre, Brasil: ANTAC.
- Rocha-Tamayo, E. (2011). *Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA*. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- UNEP (2008). *The Kyoto Protocol, The Clean Development Mechanism and the Building and Construction Sector*. París: United Nations Environment Programme.
- Villalba, A., Pattini, A. y Corica, M. (2012). Análisis de las características morfológicas de las envolventes edilicias y del entorno urbano desde la perspectiva de la iluminación natural. *Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda*. INCIHUSA. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y técnicas, pp. 1-17.
- Villanueva-Solis, J., Ranfla, A. y Quintanilla-Montoya, A. (2012). *Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de medidas de Mitigación en Ciudades de Clima árido Extremo*. *Content Sever-Información Tecnológica* vol 24., pp. 15-24.
- WGBC (2010) *GBC Directory*. World Green Building Council. Disponible en: [http://www.mt.worldgbc.org/green-building-councils/index.php?status=Full®ion=&option=com_countryfinder 24/01/2011].
- WRAP (2005) *Plasterboard Case Study 2004-2005*. London: Waste and Resources Action Programme. Disponible en: [http://www.wrap.org.uk/construction/case_studies/plasterboard_9.html].

Agradecimientos

En primer lugar, mi agradecimiento a Dios, y a la familia por su compañía y motivación incondicional, a profesores y compañeros del programa de tecnología en construcción de acabados arquitectónicos y no menos importante, a todo el personal del Centro de Investigaciones ITM (CTI).