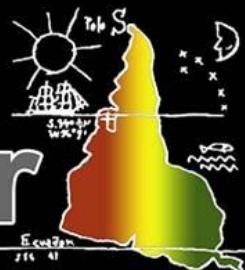


**XXIX ENCUENTRO
XIV CONGRESO**

arquisur

Asociación de Facultades y Escuelas
de Arquitectura de Universidades Públicas del MERCOSUR



20 al 22 Octubre 2010

TARIJA-BOLIVIA



**La enseñanza para una
Arquitectura Sostenible**

arquisur2010-tarija.uajms.edu.bo

ARGENTINA BOLIVIA BRASIL CHILE PARAGUAY URUGUAY



**ARQUITECTURA
URBANISMO**



ESTRATEGIAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO CON CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL

**VEDOYA, Daniel Edgardo, PILAR, Claudia Alejandra, BERENT, Mario Rubén,
PRAT, Emma Susana, KOZAK, Nicolás**

INTRODUCCIÓN

ARQUITECTURA SUSTENTABLE

Uso racional de la energía (URE), iluminación natural y energías alternativas.

Diseño de la envolvente constructiva con criterios de sustentabilidad.

Sustentabilidad ambiental y gestión de residuos. Orígenes, composición, propiedades. Situación en la región.

REFLEXIONES FINALES

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

ESTRATEGIAS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO CON CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL

**VEDOYA, Daniel Edgardo, PILAR, Claudia Alejandra, BERENT, Mario Rubén,
PRAT, Emma Susana, KOZAK, Nicolás**

ITDAHu (Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano) - Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional del Nordeste
Av. Las Heras 727 – Resistencia – Chaco – República Argentina
itdahu@arq.unne.edu.ar - 0054 3722 420088 int 127

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sustentable es aquél que satisface las demandas del presente sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades (Informe Brundtland, 1987 – Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas). El desarrollo es sostenible cuando logra un adecuado equilibrio entre los aspectos ambientales, sociales y económicos, entendidos desde un amplio sentido, con criterios de inclusión, equidad y responsabilidad intra e intergeneracional.

La sustentabilidad ambiental ha pasado a ser una preocupación de los hacedores del hábitat a partir de entender y asumir que esta actividad produce un gran impacto ambiental. No obstante, hasta hoy, el uso abusivo del término por parte de los profesionales tuvo diversas acepciones haciendo referencia a cierta arquitectura que denominaron de varias maneras: "verde", "eco-amistosa", "ambiental", etc. Por otra parte, se confunde corrientemente los conceptos de edificio "bioclimático", "bioambiental" o "solar" con la idea de sustentabilidad.

La definición de una arquitectura sustentable es un proceso y no solamente un objetivo. Debe incorporar el pensamiento global y la acción local, la mejora continua, la innovación, la adecuación de criterios, principios y estándares, teniendo en cuenta la diversidad de situaciones propias de cada ámbito de aplicación. También se necesita la intervención institucional (desde el ámbito gubernamental y profesional) que propicie su aplicación, introduciendo políticas de desarrollo sustentable. Asimismo es necesario divulgar esta problemática entre los comitentes, a fin de reorientar el mercado.

La construcción del hábitat implica una sucesión de instancias y procesos: a) construcción, b) uso, c) mantenimiento y d) demolición. En todas ella el ambiente provee materia y energía y recibe los residuos que el proceso genera (sólidos, líquidos y gaseosos).

Consecuentemente, la arquitectura sustentable debe reflexionar sobre el impacto ambiental que implica la materialización y vida útil de los edificios, teniendo en cuenta la adecuada utilización de los materiales de construcción, los sistemas constructivos, la ubicación de los edificios y su impacto en el entorno, el consumo energético y la factibilidad de reciclar los materiales al finalizar la vida útil.

ARQUITECTURA SUSTENTABLE

La construcción del hábitat es un proceso que implica tres instancias sustanciales que deben tenerse en cuenta: una primera instancia referida al "antes", en la que intervienen factores decisivos para el diseño: necesidades, contexto, impacto ambiental de los materiales a utilizar, etc.; un "durante", donde se producen los hechos que llevan a la construcción del hábitat, propiamente dicha; y, finalmente, una última instancia correspondiente al "después", donde se suceden el uso, el mantenimiento, la demolición y el impacto que produce en todas sus connotaciones (ambiental,

cultural, social, económico, etc.). En todas ellas el ambiente provee materia y energía y recibe los residuos que el proceso genera (sólidos, líquidos y gaseosos).

El desarrollo sostenible de los edificios “*involucra el desempeño y funcionalidad requeridos con el mínimo impacto ambiental negativo, mientras se producen mejoras en aspectos culturales, económicos y sociales a nivel local, regional y global*” (Norma IRAM 11930:2009). Los principios delineados son: mejora continua, equidad, pensamiento global y acción local, enfoque holístico, participación de las partes interesadas, consideraciones a largo plazo, precaución y gestión del riesgo, responsabilidad y transparencia.

La construcción del hábitat urbano es un proceso complejo que tiene altas implicancias ambientales. La arquitectura y el urbanismo son actividades humanas que modifican el ambiente. El hombre crea un ambiente artificial (tecnosistema) modificando un ecosistema natural. La naturaleza brinda a la construcción la materia prima (materiales y energía) y recibe los desperdicios que el proceso produce (residuos sólidos, líquidos y gaseosos).

El Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano (ITDAHu) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste (República Argentina) desarrolla desde el año 2008 el Proyecto de Investigación denominado “Estrategias de diseño arquitectónico y urbano con criterios de sustentabilidad ambiental” acreditado ante la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste, bajo el código PI-104/07.

El proyecto de investigación tiene por objetivo general proponer estrategias de diseño arquitectónico y urbano con criterios de sustentabilidad ambiental y se estructura en tres ejes de indagación:

1. Uso racional de la energía (URE), iluminación natural y energías alternativas.

Antiguamente la falta de recursos para construir y mantener los edificios obligaba a los maestros constructores y arquitectos a valerse de aquellos elementos que podían ser producidos localmente y los sistemas constructivos empleados respondían a las posibilidades que brindaban dichos elementos.

Las principales pautas y definiciones de los proyectos estaban definidas por cuestiones de emplazamiento del edificio a ejecutar, basados en aspectos climáticos y ambientales como piedra angular del ejercicio de proyección arquitectónica.

Si analizamos la evolución de la arquitectura (sobre todo la arquitectura doméstica, por tratarse de la que ostenta mayor presencia a lo largo de la historia), encontramos dos tipos de adecuaciones ambientales: por un lado, las *adecuaciones estructurales* (aquéllas dadas por estrategias inherentes al diseño de los edificios apelando a los diversos elementos constructivos disponibles), y por el otro, a las *adecuaciones energéticas* (en referencia a aquellos sistemas dinámicos que requieren un permanente consumo energético para asegurar su funcionamiento).

Resulta evidente la importancia que toman en la adopción de criterios constructivos, las pautas concernientes a la adecuación de los edificios a las condiciones climáticas locales. Desde los inicios de la historia documentada de la arquitectura, las adecuaciones estructurales tuvieron un importante papel en la producción edilicia.

Sin embargo, conforme avanzó la técnica y las adecuaciones energéticas se volvieron más simples y accesibles, las adecuaciones estructurales fueron desplazadas hasta llegar al punto de ser casi despreciadas, en razón de que tanto los bajos costos de la energía, como la desestimación de los efectos ambientales y la facilidad de acceso a los servicios, hicieron posible que siempre existiera algún tipo de artificio mecánico que ayudara a alcanzar los niveles de confort deseados, en este caso, artificialmente.

Ya en plena modernidad, durante la gran crisis del petróleo de 1973, se movilizaron todos los sectores involucrados en la búsqueda de fuentes de energías supletorias y seguras, para así reducir

en alguna medida la dependencia de los combustibles derivados de hidrocarburos. No obstante, conforme avanzaron los años y la crisis fuera pasando, también se fue diluyendo esa incipiente conciencia generalizada. Tan es así que, cuando se produjo la segunda crisis petrolera, en 1979, la primera ya había sido olvidada, por lo que tampoco se hubieron tomado medidas preventivas en esa oportunidad.

Fue a partir de este nuevo evento que tomó fuerza la conciencia colectiva de la necesidad de un cambio del paradigma energético. A partir de dichas movilizaciones, en el ámbito de la arquitectura, se producen diversos movimientos tendientes a superar estas crisis y adecuar los diseños a un nuevo paradigma bioambiental, dando origen a nuevos términos en el vocabulario técnico: "ARQUITECTURA SOLAR", "ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA", "IMPACTO ENERGÉTICO", "DISEÑO CON CRITERIOS DE AHORRO ENERGÉTICO", "AUDITORÍA ENERGÉTICA", etc.

Actualmente, esta tendencia al cambio no sólo recaló en el campo científico-técnico sino también, y afortunadamente, el problema comenzó a tener reconocimiento social.

Si bien en un principio este movimiento fue liderado por los países desarrollados, no demoró en extenderse a todo el planeta, por tratarse de un problema global y, como tal, en este tiempo de globalización, el fenómeno ha trascendido los límites físicos y políticos afectando de manera diversa a cada vez más personas. Estados Unidos implementó un plan estratégico desde 1998 orientado a hacer que el consumo energético sea más eficiente, desarrollar tecnologías que posibiliten el uso de fuentes de energías alternativas, producir un cambio en la sociedad mediante su educación y otros aspectos siendo uno de los más interesantes la conclusión de que la escasez energética está ligada a la desestabilización social y a grandes pérdidas económicas por parte del Estado y la Sociedad. En algunos países no centrales también se muestran preocupaciones en este sentido; La India desde 1992 cuenta dentro de su estructura gubernamental con el Ministerio de Fuentes de Energías No Convencionales y fuera de esta estructura con numerosas ONGs del mismo ámbito. En la actualidad posee más de 175Mw de generación basada en micro turbinas y más de 140Mw a partir de Biomasa, también poseen planes sobre implementación de equipamiento de alta eficiencia energética y suministro de gas generado por plantas biodigestoras.

En este contexto, se propone como primer estrategia a adoptar elaboración de una re-ingeniería de los modos constructivos originarios de nuestra localización geográfica para estudiar las maneras de atenuar los impactos del clima sobre la vida de las personas, reconociendo la urgencia que demanda encontrar propuestas de diseño arquitectónico acordes con estos principios de protección medioambiental, complementadas con estrategias energéticas que permitan alcanzar los niveles de confort requeridos. Resulta lógico pensar en la necesidad de una revalorización de las condiciones locales de cada latitud, no solo de los factores climáticos sino además de los recursos disponibles y las características de la sociedad para poder encarar la puesta en práctica de nuevas soluciones estructurales que aseguren eficacia y eficiencia en el aprovechamiento de los recursos.

Dentro de este conjunto de adecuaciones, el Uso Racional de la Energía es uno de los puntos clave a desarrollar. En la actualidad entre el 35 y el 50% del consumo energético de nuestro país se produce en el sector habitacional; para alcanzar niveles aceptables de eficiencia energética es necesario que el o los profesionales a cargo del proyecto manifiesten responsabilidad o conciencia ambiental en tareas que cotidianamente se realizan orientadas por costumbres o evaluaciones económicas en el corto plazo. Como generadores de los espacios donde se desarrollan actividades humanas debemos saber escoger materiales, adoptar criterios de implantación que favorezcan al edificio (y a las actividades que alberga), plantear estrategias de reducción de uso de recursos como ser el agua, plantear la posibilidad de recurrir a fuentes de energía renovables y limpias y evaluar el costo del edificio considerando costos de construcción, mantenimiento y consumo energético durante la vida útil del edificio.

Si consideramos que la mejor energía es aquella que no se utiliza, debemos reconocer que si esto sucede es porque se trata de energía no necesaria, y cuando la energía no es necesaria, se debe a que los medios de adecuación adoptados no están basados en el consumo energético, o dicho en otras palabras, se ha trabajado con criterios de ahorro energético.

La aplicación de la ley de las tres “R” es una necesidad ineludible en el campo de la gestión de residuos sólidos, pero también es aplicable el concepto a la cultura de la protección medioambiental. Reducir, Reutilizar, Reciclar. Alcanzar este objetivo supone una ardua labor, de una complejidad muy importante, por la cantidad de actores y sectores que intervienen en el proceso, donde nosotros los arquitectos, diseñadores de los ámbitos donde se desarrollan las actividades de las personas, constituimos una pequeño sector (pero necesario) de este gran conjunto.

También resulta necesario incorporar elementos que permitan utilizar fuentes de energía limpias y renovables, para lo cual el estudio de las condiciones locales en relación a la influencia solar, la frecuencia e intensidad de los vientos, la proximidad a cursos de agua, y otros aspectos, favorecerán a que los diseñadores puedan implementar sistemas de aprovechamiento de estas fuentes desprendiéndose de la dependencia de los derivados del petróleo. Nuestra ubicación geográfica hace que de los recursos disponibles pueda ser aprovechada con mayor eficacia la energía solar y en menor medida otros factores como ser el aprovechamiento de vientos y recursos hídricos; de esto se desprende la importancia que tiene el hecho de plantear estrategias de adecuaciones ambientales pasivas en donde la arquitectura en una “máquina” compleja que permite al usuario modificar las condiciones de habitabilidad internas en función del estado de los factores ambientales externos.

Es factible que cada edificio genere energía excedente, pudiendo así funcionar como punto de ayuda en los sistemas de distribución de energía locales, no sólo ahorrando dinero en el consumo energético, sino también generando ingresos mediante la venta de la energía excedente.

Pocas son las cambios significativos que pueden alcanzarse sin el acompañamiento del Estado (que en nuestro caso su estructura abarca los sectores de gobierno, educación y de conocimiento). Todo cambio debe estar dentro de un marco estratégico y legal donde cada parte cumple funciones precisas. Dichos cambios no pueden darse si las condiciones en la sociedad no es tan dadas, para lo cual es necesario re-educar a los usuarios incorporando conocimientos y valores desde las etapas más tempranas de los niveles formativos. Las estructuras de gobierno y entidades autárquicas son las que deben implementar, promover, reglamentar, “recompensar” (créditos impositivos, fiscales,etc) los criterios de URE y de fuentes de energías alternativas.

Si a partir del diseño de las envolventes y los espacios se lograra promover el correcto uso de los recursos energéticos, aprendiendo además a utilizar adecuadamente las fuentes de energía que la naturaleza pone a nuestra disposición, la sumatoria de impactos parciales que se produzcan habrán generado eventualmente el cambio de paradigma energético, mejorando la calidad de vida de las personas y mejorando las condiciones ambientales a nivel planetario entre otras cosas.

De este modo se estará contribuyendo a la construcción de una sociedad responsable y consciente y, sobre todo, se estará produciendo mejoras sustanciales sobre este gran albergue planetario que comparte toda la humanidad.

2. Diseño de la envolvente constructiva con criterios de sustentabilidad.

La envolvente o “cerramiento del edificio” resulta el principal mecanismo de control a través del diseño que podemos introducir de forma duradera en el proyecto arquitectónico. Posteriormente se podrán o no incluir instalaciones que permitan regular el confort de los espacios, pero las decisiones en cuanto al diseño de la envolvente permite regular el ingreso de luz (a través de paños opacos, translúcidos y transparentes), las ventilaciones, la resistencia térmica de cada uno de los elementos y el comportamiento global y consecuente eficiencia energética de la misma.

Entre los componentes de la envolvente arquitectónica se propone un especial énfasis en el techo habiéndose identificado numerosas estrategias de diseño sustentable de la cubierta, como ser los techos estanques, los techos sombra, las cubiertas verdes, entre otras.

Luego de realizar un análisis de estas alternativas se seleccionó la opción de profundizar el estudio de los techos o cubiertas verdes que aparecen como una estrategia de diseño ambientalmente recomendable de potencial aplicación en nuestro contexto. Las ventajas de este tipo de techo surgen a partir de que puede generar beneficios ambientales, visuales y técnicos. Se está trabajando en la

construcción de un modelo a escala para su verificación tecnológico constructiva, rendimiento higrotérmico, potencialidades ambientales, entre otros.

Para iniciar el análisis de esta fase de la investigación se realizó una búsqueda de antecedentes analizando ejemplos construidos en los cuales se aplicaron criterios de sustentabilidad.

Del fichaje y estudio de obras construidas, cuyo número asciende a más de 50 ejemplos, se fueron analizando los criterios más utilizados para la construcción de la envolvente y se identificó a la cubierta como el componente constructivo con mayor importancia para el desempeño ambiental de los edificios.

Entre las principales estrategias de materialización de techos con criterios de sustentabilidad se destaca la utilización de **techos verdes** cuyas ventajas son múltiples pudiendo agruparse en dos niveles de análisis: arquitectónicas (que involucra al edificio y su habitabilidad) y urbanas (ya que la implementación de techos verdes, genera beneficios que repercuten de forma favorable en el entorno urbano principalmente, pero que también resulta positivos en otro tipo de implantaciones). En contrapartida poseen ciertas desventajas como ser el incremento de los costos iniciales de construcción, aumento de la carga y dificultades para la reparación.

Existen dos tipos de techos verdes: el extensivo y el intensivo. Ambos difieren en la elección de las plantas, el espesor y la composición del sustrato, su complejidad y los requerimientos de mantenimiento. El techo verde extensivo, es conocido también como techo ecológico y requiere de mínimos mantenimientos. El espesor medio del sustrato oscila alrededor de los 10 cm y generalmente no requiere de mayores refuerzos de la estructura soporte, lo que lo hace más económico, siendo recomendable para remodelaciones. En contrapartida puede materializarse con un número limitado de especies de poco porte y dado el espesor relativamente bajo del sustrato, la mejora en las condiciones de aislación térmica y acústica son también menores.

El techo verde intensivo posee un espesor de sustrato que supera los 20 cm, generando una carga notable en la estructura soporte. El aumento de la masa hace que el mismo brinde una excelente aislación térmica y acústica pudiendo plantarse diversidad de especies vegetales de distintos portes. En contrapartida los costos son más elevados, ya que se requiere de una estructura soporte de mayor capacidad y podría necesitar sistemas de riego y drenaje sofisticados.

Con el fin de comprender las causas de su baja aplicación en el medio regional se realizó una encuesta a profesionales de la construcción, de la cual se infiere que el desconocimiento de resoluciones tecnológico- constructivas correctas y el incremento de los costos iniciales son los principales obstáculos para su implementación. A pesar de ello, resulta auspicioso el conocimiento de los profesionales en relación a sus principales ventajas.

A fin de cuantificar costos y comportamiento térmico de los techos verdes en comparación con la tipología de techo plano más utilizada en la región se seleccionaron tres unidades de análisis: (a) losa tradicional, (b) techo verde extensivo y (c) techo verde intensivo. En base a las unidades de análisis seleccionadas se realizó el cómputo y presupuesto costo – costo por metro cuadrado, con valores de mercado actualizados, tanto de materiales como de mano de obra. Para el análisis de costos de la losa de hormigón armado se tuvo en cuenta el incremento de la carga de los techos verdes. Para el análisis del comportamiento térmico se aplicó la normativa IRAM 11.601, 11.603 y 11.605.

El estudio realizado, con métodos aproximados, arroja los siguientes resultados:

- La tipología tradicional (a) no verifica a ningún nivel de confort para condiciones de verano, teniendo el costo inicial más bajo.
- El techo verde extensivo (b) verifica a nivel C (Mínimo de confort) para condiciones de verano y tiene un incremento ínfimo en su costo (alrededor del 1%).
- El techo verde intensivo (c) verifica a Nivel B (nivel medio de confort) para condiciones de verano, pero tiene un incremento en el costo inicial del 90% con respecto a la tipología a.

Por ello se concluye que el techo verde extensivo no resulta más oneroso que la losa tradicional y presenta una pequeña mejora en cuanto al comportamiento térmico. El techo verde intensivo posee un incremento de costos considerable y un mejoramiento térmico apreciable.

Esta primera aproximación nos ha permitido cuantificar de forma preliminar costo y comportamiento térmico de diferentes tipologías de techo, que resulta necesario verificar mediante la construcción de prototipos.

Los avances normativos

En la Argentina el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) durante el 2010 ha puesto en vigencia normas que completan el paquete de normativas de habitabilidad (clasificación bioclimática, cálculo de transmitancia térmica, cálculo de riesgo de condensaciones, entre otras) con un enfoque ambiental tendiente a “Informar al consumidor sobre la eficiencia térmica de la envolvente de los edificios” (Norma IRAM 11900) y establecer “principios generales para la sostenibilidad en la construcción de edificios” (Norma IRAM 11930).

Esto es considerado un avance, que entendemos, se irá completando con nuevos paquetes normativos tendiente a la evaluación y certificación ambiental de los edificios de forma integral, como es el caso de otros países como ser Estados Unidos y Gran Bretaña, por solo nombrar algunos. En tal sentido resulta fundamental la determinación de criterios propios para “medir” la sustentabilidad en la edificación, para nuestro contexto nacional y regional.

3. Sustentabilidad ambiental y gestión de residuos. Orígenes, composición, propiedades. Situación en la región.

Basado en el relevamiento, análisis y diagnóstico de la situación actual en las ciudades del área metropolitana, abordando las tendencias legislativas. Posteriormente se ha analizado los orígenes, tipos y composición de RSU y RCD, abordando además la problemática específica de los residuos peligrosos. En cuanto a los sistemas de gestión de RSU y RCD se abordan los elementos funcionales de un sistema de gestión: generación de residuos; manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en origen; recolección; separación, procesamiento y transformación; transferencia y transporte y evacuación.

El Impacto Ambiental de la inadecuada gestión de los residuos continua como una problemática de relevante importancia pero carente de las necesarias y adecuadas acciones de gobiernos y ciudadanía. El objetivo de este eje de indagación es estudiar la producción y gestión de residuos desde su dimensión urbana, teniendo en cuenta los residuos sólidos urbanos (RSU) y los residuos de demolición y construcción (RCD) orientado al uso racional de la energía (URE) como medio para disminuir la presión energética del hábitat construido en la región.

Orígenes, tipos y composición de residuos

Residuo Sólido Urbano (RSU) es todo material que sea desechado por la población, pudiendo ser éste de origen doméstico, comercial, industrial, desechos de la vía pública y los resultantes de la construcción, y que no sea considerado peligroso en el marco de la legislación vigente. () La Ley 25916 denomina “*residuo domiciliario a aquellos elementos, objetos o sustancias que, como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados*”.

Los orígenes de los Residuos Sólidos (RS) en una comunidad están, en general, relacionados con el USO DE SUELO y su LOCALIZACIÓN. Pueden desarrollarse numerosas clasificaciones sobre los orígenes. Aquí consideraremos la siguiente:

Propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos urbanos

Las propiedades físicas, químicas y biológicas deben tenerse en cuenta para el desarrollo y el diseño de sistemas de gestión de residuos y sus instalaciones de tratamiento, especialmente la recolección.

Propiedades físicas de los RSU

En la bibliografía residuos, las características físicas más importantes de los RSU comprenden: peso específico, contenido de humedad, tamaño de partícula y distribución por tamaño, capacidad de campo y porosidad de los residuos compactados. En el marco de la gestión en las ciudades intermedias la de mayor importancia es el peso específico.

PESO ESPECÍFICO. El peso específico está definido como el peso de un material por unidad de volumen, por ej.: Kg/m³. Generalmente se refiere a residuos sueltos, no compactados, compactados, etc. Por lo tanto la base utilizada para los valores siempre debe ser citada. Los datos de peso específico son necesarios para valorar la masa y el volumen total de los residuos que tienen que ser gestionados.

Cuadro 1. Fuentes y tipos de RSU en Ciudades Intermedias

| Fuente | Instalación, actividad o localización donde se generan | Tipo de residuo sólido |
|----------------------------|--|---|
| RSU | Todos | Todos |
| Doméstica | Viviendas aisladas, bloques de viviendas, unifamiliares y multifamiliares. | Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, residuos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceites, neumáticos), residuos domésticos peligrosos. |
| Comercial | Tiendas, mercados, restaurantes, oficinas, hoteles, imprentas, estaciones de servicios, talleres mecánicos, etc. | Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales, residuos peligrosos, etc. |
| Institucional | Escuelas, hospitales, policía, edificios de gobierno. | Similares al comercial. |
| Construcción y demolición. | Obras nuevas en construcción, obras de remodelación o ampliación obras públicas, etc. | Tierra, escombros, madera, acero, hormigón, suciedad, etc. |
| Servicios municipales | Barrio de calles, jardinería, limpieza urbana. | Residuos especiales, residuos de calle, recortes de árboles y plantas, etc. |
| Biomédicos | Hospitales, Sanatorios, veterinarias, etc. | Residuos patológicos, residuos biomédicos, etc. |
| Industrial | Construcción, fabricación ligera y pesada, fabricación de alimentos. | Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, residuos no industriales similares a los comerciales. |

Fuente: Berent, Mario Rubén. En base a datos de relevamiento. 2002/4

Cuadro 2. Datos de peso específico.

| Tipo de residuo | Peso Específico | Observaciones |
|-----------------|------------------------|--------------------------------|
| RSU mezclados | 290 kg./m ³ | RSU recolectados sin compactar |
| RPJ | 144 kg./m ³ | Poda y Jardín sin compactar |

Fuente: Berent, Mario Rubén. En base a datos de relevamiento. 2002/4

Propiedades biológicas de los RSU

La característica biológica más importante de la parte orgánica de los RSU es que casi todos sus componentes pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes. La producción de olores y moscas está también relacionada con la naturaleza putrescible de los orgánicos, como por ejemplo los residuos de comida.

Biodegradabilidad de los residuos orgánicos

La rapidez con la que los distintos componentes pueden ser degradados varía notablemente, pero es una característica propia de los mismos. Esta propiedad permite la transformación natural de la fracción más importante de los RSU. Llevada a términos de gestión, tendría un alto impacto como tecnología apropiada y de bajo costo en nuestra región.

La generación y manejo de los residuos sólidos urbanos produce gases de efecto invernadero con las consiguientes implicancias para el cambio climático global. La descomposición anaeróbica de los residuos emite lo que se denomina "biogás", principalmente constituido por dióxido de carbono y metano, que contribuyen a aumentar el efecto invernadero en la atmósfera.

Importancia de las transformaciones de residuos en la gestión de RSU

Las **transformaciones físicas**, a diferencia de las químicas y biológicas, no implican un cambio de fase (por ej. sólido a gas). Las principales transformaciones físicas que podemos realizar en la operación de un sistema de gestión son:

1. Separación de componentes (Clasificación)
2. Reducción mecánica de volumen (Compactación)
3. Reducción de tamaño en forma mecánica (Trituración)

Las **transformaciones químicas** implican normalmente un cambio de fase, como de sólido a líquido, de sólido a gaseoso, etc. Para reducir el volumen y/o recuperar productos, los procesos utilizados son:

1. Combustión (oxidación química),
2. Pirólisis
3. Gasificación.

Los tres pueden ser clasificados como procesos térmicos.

Los procesos de **transformación biológica** de la parte orgánica de los RSU se utilizan para reducir el volumen y el peso del material, producir compost y para producir metano.

Las transformaciones físicas, químicas y biológicas se utilizan para:

- Mejorar la eficacia de las operaciones y los sistemas de gestión de residuos.
- Recuperar materiales reutilizables y reciclables.
- Recuperar productos de conversión y energía.

Para mejorar la eficacia de la operación de gestión y para reducir las necesidades de volumen se recurre a la compactación y el embalaje. Si los residuos deben transportarse neumáticamente será necesaria la reducción mecánica de tamaño (trituración). La separación manual en origen (lugar de generación) es una forma eficaz de separar pequeñas cantidades de residuos como los especiales o peligrosos en los RSU.

Como resultado práctico de las condiciones comerciales los elementos más atractivos para su recuperación son aquellos para los cuales existe mercado. Los materiales generalmente recuperados son: **aluminio, papel y cartón, vidrio, metales**, etc.

La parte orgánica de los RSU puede ser convertida en productos utilizables y en energía:

- Conversión biológica para producir compost
- Bio-digestión para producir metano y humus orgánico estabilizado.
- Combustión para producir vapor y electricidad. (Europa).
- Gasificación para producir un combustible sintético. ()

En la región NEA se generan más de 200.000 toneladas anuales de residuos orgánicos, domiciliarios y de poda y jardín, que pueden reciclarse por conversión biológica para producir compost.

En la mayoría de los Rellenos Sanitarios existentes, se realiza la desgasificación pasiva de los módulos mediante chimeneas de venteo, sistema que permite descomprimirlos y evitar fisuras en la cobertura superficial y pérdidas de lixiviados pero que, a la vez, libera más rápidamente a la atmósfera los gases de efecto invernadero.

Sin embargo, desde hace un tiempo, han surgido en Argentina iniciativas para utilizar sistemas activos de desgasificación y quemado —sin perjuicio de su aprovechamiento para utilización energética—, incentivadas por el Mecanismo de Desarrollo Limpio previsto en el Protocolo de Kyoto, que permite certificar la cantidad de gases tratados y emitir los bonos correspondientes para comercializarlos en el mercado internacional.

REFLEXIONES FINALES

El diseño de una arquitectura sostenible implica una visión holística, integradora y ambientalmente responsable, que tenga en cuenta un adecuado diseño de las envolventes y los espacios para promover el correcto uso de los recursos energéticos, aprendiendo además a utilizar adecuadamente las fuentes de energía que la naturaleza pone a nuestra disposición.

La arquitectura ambientalmente conciente es el eje que “atraviesa” cualquier tendencia estilística actual, pero en nuestro medio (Región Nordeste de la República Argentina) la preocupación por el ambiente queda relegada frente a los problemas económicos y sociales que además de ser importantes son urgentes.

La formación académica, la práctica profesional responsable y la adecuación de las normativas a los avances científicos desarrollados en el campo de la sustentabilidad en la arquitectura, aparece como los principales motores de cambio así como la concientización creciente de los comitentes – consumidores de hábitat que interpretan la problemática cada vez con mayor compromiso y responsabilidad ambiental.

Por su parte, la generación excesiva de RSU y RCD se transforman en la problemática ambiental más elocuente en los entornos urbanos y no se desarrollan suficientemente MDL tendientes a utilizarlos como nuevos recursos materiales y energéticos. Los estudios realizados arrojan los siguientes resultados: la materia orgánica constituye el principal componente (60%), papel/cartón (14.3%), plástico (8.4%), vidrio (7.5%), envases metálicos (1.4%) que son frecuentemente recuperados para reutilizar o reciclar. Esto es un indicio de la posibilidad de recuperar materiales para el reciclaje, que con el apoyo de las autoridades municipales y de la población, podrá colaborar con la disminución de esta problemática.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- BERENT, Mario R. (2008): *Gestión de los Residuos Sólidos en Pequeñas Ciudades* - editorial Moglia, S.R.L.. Corrientes, Argentina.
- BERENT, Mario R. (2010): *Gestión de Residuos. Modelos de gestión de residuos para ciudades intermedias* - editorial EUDENE. Corrientes - Resistencia, Argentina.
- BRAUNGART, Michael – MCDONOUGH, William. (2005) *Cradle to cradle. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. McGraw Hill. España.
- BRITTO CORREA, Celina (2001) *Análisis de la viabilidad y comportamiento energético de la cubierta plana ecológica*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, España.
- COSTA DURAN, Sergi (2007). *Casas ecológicas* Editorial Reditar Libros, S.L. Barcelona, España
- COSTA DURAN, Sergi (2009). *New Prefab*. Reeditar Libros.
- COSTA DURAN, Sergi – Baraona Pohl, Ethel – Bollini, Liliana (2010). *Viviendas ecológicas*. Dreem Green - Editorial Reditar Libros, S.L. Barcelona, España
- DE SCHILLER, Silvia – EVANS, John Martin. (2010). Desarrollo y Sustentabilidad del Hábitat Construido. Revista Summa + N° 108. Argentina. Pp. 96 a 100.
- EVANS, Julian. (2010) *Sustentabilidad en arquitectura*. Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo de Buenos Aires.
- IRAM 11.900 (2010) *Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente*.
- IRAM 11.930 (2010) *Construcción Sostenible. Principios Generales*.
- NEUFELD ARCE, Anna María (2005): *CUBIERTA VIVA: Confort térmico, sustentabilidad y ahorro energético*
- PILAR, Claudia – CÁCERES, Marcos – BOSCARINO, Luis – VEDOYA, Daniel Edgardo (2010). *Diseño y materialización de techos verdes. Estudio preliminar sobre aspectos tecnológicos, económicos y culturales*. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas SGCyT UNNE. Corrientes, junio de 2010.
- TCHOBANOGLOUS, George y otros. *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Madrid, McGRAW-HILL, (1994). 2 Tomos. ISBN: 84-481-1766-2.
- TÉLLEZ, F.M. - SCHUWARTZ, G. (1998). *Roof Solutions for Natural Cooling. Design Handbook and Directory. Simos Llanas. Environment and Energy Studies Programme*. Architectural Association Graduate School, London.
- TORRES RODRIGUEZ, A. - MORILLÓN GÁLVEZ, D. (2007): *Evaluación del uso de techos verdes en clima templado: caso Ecatepec de Morelos, Estado de México, México* - Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 11, 2007. Impreso en la Argentina. ISSN 0329 – 5184 ASADES