

## ANEXO II

### Consideraciones de sustentabilidad en la construcción

#### ARQUITECTURA SUSTENTABLE

Los principios de la arquitectura sustentable incluyen:

- La consideración de las condiciones climáticas, la hidrografía y los ecosistemas del entorno en que se construyen los edificios, para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto.
- La eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, primando los de bajo contenido energético frente a los de alto contenido energético
- La reducción del consumo de energía para calefacción, refrigeración, iluminación y otros equipamientos, cubriendo el resto de la demanda con fuentes de energía renovables
- La minimización del balance energético global de la edificación, abarcando las fases de diseño, construcción, utilización y final de su vida útil.
- El cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico, salubridad, iluminación y habitabilidad de las edificaciones.

El término "arquitectura sustentable" proviene de una derivación del término "desarrollo sostenible" (del inglés: *sustainable development*) que la primer ministro noruega Gro Brundtland incorporó en el informe "Nuestro futuro común" (*Our common future*) presentado en la 42ª sesión de las Naciones Unidas en 1987. "El desarrollo es sustentable cuando satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que satisfagan sus propias necesidades" definió Gro Brundtland. En dicho informe se hacía hincapié en que el empobrecimiento de la población mundial era una de las principales causas del deterioro ambiental a nivel global. En 1992 los jefes de estado reunidos en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro se comprometieron a buscar juntos "... las vías de desarrollo que respondan a las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras de satisfacer las suyas".

Así el concepto del desarrollo sostenible se basa en tres principios:

- El análisis del ciclo de vida de los materiales;
- El desarrollo del uso de materias primas y energías renovables;
- La reducción de las cantidades de materiales y energía utilizados en la extracción de recursos naturales, su explotación y la destrucción o el reciclaje de los residuos.

La eficiencia energética es una de las principales metas de la arquitectura sustentable, aunque no la única. Los arquitectos utilizan diversas técnicas para reducir las necesidades energéticas de edificios mediante el ahorro de energía y para aumentar su capacidad de capturar la energía del sol o de generar su propia energía.

Entre estas estrategias de diseño sustentable se encuentran la calefacción solar activa y pasiva, el calentamiento solar de agua activo o pasivo, la generación eléctrica solar, la acumulación freática o la calefacción geotérmica, y más recientemente la incorporación en los edificios de generadores eólicos.

### **Datos bioclimáticos**

El diseño de un edificio DAC (Diseño ambientalmente consciente) requiere de información cuantitativa sobre el sitio donde vaya a implantarse el edificio para incorporar las medidas de diseño pasivo más adecuadas. Conseguir datos bioclimáticos no es sencillo en especial en los países no desarrollados. Entre estos datos se encuentran: temperatura (°C), humedad relativa (%), humedad absoluta (g/kg; mm Hg/kg; kPa/kg), radiación solar ( $W/m^2$ ), frecuencia, dirección y velocidad del viento. Cada país cuenta con servicios meteorológicos a los que se puede acudir para obtener la información, aunque no siempre son gratuitos.

La NASA tiene un servicio gratuito donde obtener datos medios mensuales calculados (se indica el error) de prácticamente todos los parámetros usuales para el diseño del edificio y sus instalaciones con energías renovables; también pueden encontrarse datos diarios medidos por satélites en el período 1983-1993 de radiación solar en superficie y extra-atmosférica y temperatura del aire a nivel del suelo.<sup>[30]</sup> Para obtener los datos se ingresa con latitud y longitud o mediante un plano de la tierra hasta localizar nuestra zona de trabajo. Otros sitios como Tu Tiempo.net<sup>[31]</sup> proveen información medida generada por estaciones meteorológicas a lo largo del planeta a nivel mensual o diario sin cargo.

### **Iniciativas internacionales**

- La Sustainable Building Alliance
- IPCC Fourth Assessment Report
- UNEP and Climate change
- GHG Indicator
- Agenda 21
- FIDIC's PSM
- iiSBE's SBtool
- BREEAM ES

### **Normativa internacional**

Los marcos descriptivos de los impactos medioambientales de las construcciones se están normalizando a nivel internacional:

- A nivel de la (ISO) International Organization for Standardization's Technical Committee 59 (ISO TC59) - Building Construction.
- A nivel del comité europeo de normalización: European Committee for Standardization's CEN TC350 -Sustainability of Construction Works
- En Argentina el subcomité de Construcciones Sostenibles de IRAM
- En EEUU el Estándar 189.1-2009 ANSI/ASHRAE/USGBC/IES de la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

## Algunas buenas prácticas, sugeridas, para tener en cuenta en un edificio sustentable:

- **SÓLIDOS:**

- ✓ separación, recolección y disposición final, en forma diferenciada, de los residuos domiciliarios o RSU. En este punto puede considerarse, crear un espacio donde se enseñe a los niños a reciclar el papel que luego será utilizada en la folletería que se les repartirá. La materia orgánica puede acopiarse en un sitio cercado fuera del edificio para realizar compost que luego se utilizará como abono,
- ✓ acopio de cartuchos de toners y tinta, pilas, lámparas de bajo consumo y fluorescentes (cuyos componentes se encuentran mencionados en la ley nacional de residuos peligrosos N° 24051 y provincial N° 3250) que posiblemente se utilicen en el CI,
- ✓ residuos electrónicos,
- ✓ utilización de material reciclado, proveniente de desechos, para construir paneles, escritorios, etc.

- **GASES:**

- ✓ uso eficiente de calderas.

- **LÍQUIDOS:** reducir la descarga de agua con sistemas acordes al procedimiento que se utilizará para el tratamiento de las mismas (por ejemplo, colocar atomizadores, reguladores de caudal, etc.)

- ✓ las aguas grises depuradas pueden ser re utilizadas para riego (automatizado). La depuración se realizaría mediante filtros y estabilización biológica con juncos y otras variedades de vegetales acuáticos, entre otras,
- ✓ el agua de lluvia la dejaría drenar naturalmente, previo verificar la correcta escorrentía del agua,
- ✓ las aguas negras se podrían tratar de la siguiente forma:
  - conectarse a la red cloacal de Bariloche
  - realizar nuestra propia planta de tratamiento de líquidos cloacales (fitoremediación, por ejemplo) y utilizar el agua depurada para fines específicos,
  - otra técnica posible (a verificar) es: separar la materia orgánica de los efluentes líquidos y a estos últimos subir el pH y generar de esa forma, un volumen reducido de descargas de aguas negras.

- **OTROS ASPECTOS:** uso racional de los recursos (agua, suelo, energía, gas natural, iluminación, ventilación, ruidos, cuidado de la flora, fauna, micro-flora y micro-fauna, etc.). Cabe recalcar, que un impacto negativo y significativo en una especie de la cadena trófica menor que es alimento para especies de la cadena trófica superior puede generar la mortandad o

superpoblación de otras especies sin que el hombre se entere a corto plazo.

Nota: en este borrador no se considera la utilización de sustancias químicas y por consiguiente, la no generación de residuos químicos.

### **Consideraciones relativas al Centro Interactivo (CI)**

Tal como fuera mencionado, el concepto de sustentabilidad en la construcción abarca tres grandes instancias, la fase pre-constructiva, la constructiva y operativa y la post-constructiva.

#### **Sustentabilidad pre-constructiva**

La sustentabilidad de la fase pre-constructiva está determinada por las características de contenido energético y renovabilidad de los materiales de construcción así como logística de traslado hacia la obra. Cada tipo de material posee un determinado grado de sustentabilidad dado por su proceso productivo y ciclo de vida lo que no hace tarea sencilla establecer un ordenamiento en la selección. Dicha tarea es muy país dependiente debido a la tecnología existente en la fabricación y la participación de materia prima reciclada en los procesos. En líneas generales se puede establecer un orden ascendente de sustentabilidad comenzando con el aluminio, los polietilenos y pvc y finalizando con el acero que posee el menor contenido energético y mayor sustentabilidad. Si se considera materia prima parcialmente reciclada el orden se mantiene pero los valores de contenido energético se reducen notablemente.

La comparación más difícil se plantea en términos de cementos/hormigón armado vs acero vs materiales locales de bajo impacto ambiental (adobe, fardos) o de manejo renovable (madera explotada correctamente). Para determinar el grado de sustentabilidad de la etapa pre-constructiva tendrían que realizarse estudios más profundos y locales. Es muy posible que una construcción con materiales locales como adobe o piedra presente el mayor grado de sustentabilidad, sin embargo no se puede afirmar con certeza.

#### **Sustentabilidad en el uso**

Lo que concierne a la fase constructiva y de operación está principalmente determinado por la procedencia de los insumos necesarios para el funcionamiento y tratamiento de los residuos del uso. En el caso del **CI**, el principal insumo de operación será la energía en sus diversas formas y su principal residuo serán las aguas sanitarias.

La sustentabilidad energética se establece sobre dos pilares: por un lado la conservación de la energía es decir reducción del uso de energía para satisfacer las necesidades planteadas (eficiencia energética y uso racional), lo que podríamos plantear que es desde el lado de la demanda de energía y por otro lado desde el punto de vista de la oferta energética pensado como auto abastecerse de la energía necesaria.

El requerimiento energético principal, dada las características del **CI**, será la energía necesaria para la calefacción. Es por ello que debería prestarse especial atención a los parámetros de aislamiento térmico pudiendo exigirse como requerimiento un valor máximo para el coeficiente de transmisión del calor (K) de  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  para las paredes y techo y un máximo de  $1.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  para las aberturas. Estos valores son estimados pero podría realizarse un cálculo más exacto para lograr la meta de un máximo de  $15 \text{ kWh}/\text{m}^2$  por año para calefacción. Con los valores propuestos se debe lograr una meta cercana a la planteada. El valor de  $15 \text{ kWh}/\text{m}^2$  año para calefacción y refrigeración es una de las metas de las casas pasivas, casa altamente sustentables en el uso de la energía. Por otro lado, debe estudiarse cuidadosamente la aislación térmica de la losa para evitar pérdidas significativas de calor hacia los cimientos.

Los requerimientos energéticos para iluminación podrán ser también importantes por lo que debería solicitarse en el diseño una buena utilización de la luz natural y plantearse iluminación de bajo consumo, preferentemente led's por su mayor sustentabilidad en lo que respecta a su construcción y ciclo de vida (las lámparas de bajo consumo, fluorescentes compactas, poseen metales pesados de difícil deposición centralizada final). La utilización de la luz solar es importante para la iluminación así como para la calefacción pero debe limitarse en el verano para no generar requerimientos de refrigeración. Es importante que el diseño arquitectónico contemple aleros o viseras con ángulos adecuados, que permitan el ingreso solar en invierno y lo limiten en verano. Esto debe combinarse con aberturas que pueden abrirse en la época estival para permitir circulación de aire fresco.

Finalmente debe considerarse la ventilación del ambiente pues es importante tener una construcción con relativa estanqueidad (para evitar pérdidas de calor, pero que requieren entonces renovación de aire por salubridad). Los sistemas de ventilación pueden ser naturales cuando el clima lo permite o mecánicos con recuperación de calor en los demás casos. La idea básica consiste en recuperar entre el 60 y 80% de la energía del aire que se desea renovar, a partir de intercambiadores de calor. Existen sistemas más o menos complejos y la meta es lograr un recambio de entre el 30 y 40% del aire total del edificio por hora.

Basado en el otro pilar de la sustentabilidad energética puede hacerse foco en la oferta energética, lo que conduce a un enfoque de tipo construcción energéticamente pasiva. Esto es una construcción que se autogenera la energía que requiere para su funcionamiento. En el caso del **CI** podría encararse el auto abastecimiento del uso más energético intensivo, la calefacción. Para cubrir esta necesidad podría pensarse en el aprovechamiento solar térmico. Existen diversos sistemas para realizarlo pero el más indicado por la escala sería un sistema compuesto por colectores solares (generalmente en el techo con un ángulo aproximadamente igual a la latitud, debiera ser un techo de 40 grados aquí lo que implica un condicionamiento arquitectónico grande) y un tanque de almacenamiento de la energía colectada, con agua y bien aislado térmicamente. Esta masa de agua precalienta al agua de la calefacción (preferente losa radiante ya que requiere menor temperatura) antes de entrar en la caldera que aporta la energía faltante. El tanque de almacenamiento debe ser calculado correctamente

según el tamaño del edificio y el régimen de funcionamiento pero debe tenerse en cuenta que para un edificio del tamaño del **CI** debiera ser de por lo menos 15 m<sup>3</sup>.

La energía eléctrica podría autogenerarse, ya sea a partir de un sistema fotovoltaico o de un generador eólico. Habría que analizar este tema más en detalle pues la generación fotovoltaica “competiría” en términos de lugar sobre el techo con los colectores solares (y es mucho más importante el aporte energético que estos pueden hacer) y la energía eólica requeriría de condiciones topográficas adecuadas así como de las autorizaciones municipales pertinentes (ya existieron casos en Bariloche de cuestionamientos a la autogeneración por ruidos molestos y por la exclusividad que tiene la cooperativa eléctrica en tanto provisión eléctrico). Por otro lado la demanda eléctrica puede ser baja si realiza una adecuada selección de las luminarias y la matriz y la matriz energética de generación eléctrica argentina es relativamente baja en carbono.

### **Sustentabilidad en la reposición final**

La sustentabilidad que pueda alcanzarse en esta etapa de la vida del **CI** está fuertemente determinada por la selección de los materiales constructivos. Los materiales a más biodegradables, reutilizables y reciclables disminuirán el impacto del desmantelamiento. En este punto una contribución importante se puede lograr a partir de la construcción con pisos o cielos rasos desarmables con las instalaciones de servicios (electricidad, agua, aire y gas) para reutilizar la estructura en su totalidad a futuro o reaprovechar componentes.

Todos los aportes, en cada uno de los puntos mencionados, podrían contribuirían a la sustentabilidad de **CI**. La restricción generalmente es económica pues la mayor parte de estas medidas son de recuperación económica lenta y las inversiones iniciales asociadas son importantes. Hay que tener presente, como ya se ha marcado en diversos puntos, que el camino hacia la sustentabilidad va a influir sobre el diseño arquitectónico, limitando al mismo en algunos casos e incluso compitiendo con los conceptos tradicionales de estética. El modelado del concepto social de la estética puede ir modificándose a partir del ejemplo y de la conciencia que obras como esta pueden inculcar.