



TESIS DE GRADO
EN INGENIERIA INDUSTRIAL

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN
EDIFICIO SUSTENTABLE CON CERTIFICACIÓN
LEED

Autor: Eduardo Cyterszpiler
Legajo: 44.063

Director de Tesis: Ing. Félix T. Jonas

Año 2011

DEDICATORIA

A mi familia, mi novia, mis amigos y compañeros que comparten, enriquecen y alegran mi vida...

AGRADECIMIENTOS

A Félix por su ayuda en la elaboración de este trabajo.

DESCRIPTOR BIBLIOGRÁFICO

En este proyecto de construcción de un edificio de oficinas en la ciudad de Buenos Aires, se presentarán soluciones tecnológicas para que el diseño del edificio cumpla con la certificación de sustentabilidad de Liderazgo en Energía y Diseño Medioambiental (LEED). La construcción sustentable minimiza el impacto sobre el medioambiente, optimizando recursos y reduciendo los gastos de operación del edificio. El proyecto se centrará en la planificación y diseño del terreno, el uso eficiente del agua y la energía, en materiales y recursos renovables, y la calidad ambiental interior. Se realizó una modelación en el programa eQUEST para comprobar la eficiencia energética de las mejoras introducidas.

1. RESUMEN EJECUTIVO

Hoy en día el abuso del hombre sobre la naturaleza, pone en peligro al planeta tierra en muchos frentes distintos. Las emisiones de gases de efecto invernadero, que generan el calentamiento global y la reducción de la capa de ozono; la deforestación, la degradación de las tierras y la contaminación del agua, son algunos ejemplos de los graves daños ambientales ocasionados. La industria de la construcción, es quizás el mayor contribuyente a este delicado y afectado equilibrio del ecosistema, consumiendo cerca del 40% de las materias primas y el 50% del consumo total de energía mundial. Esta situación es más grave aún, cuando se esperan a futuro mayores tasas de crecimiento de la población y consumo, generando una creciente demanda ocupacional.

En los últimos años la industria encontró la solución para frenar este impacto a través de la construcción sustentable. Este concepto, se refiere a las diferentes estrategias destinadas a minimizar el impacto ambiental de las obras de construcción, en todas las fases del ciclo de vida de un edificio.

La manera de garantizar los estándares de sustentabilidad de un edificio, es a través de la certificación en Liderazgo en Energía y Diseño Medioambiental (LEED). Edificios con certificación proporcionan una mejora desde la calidad del aire, agua y rendimiento energético, hasta la reducción de los desechos sólidos, beneficiando a los propietarios, ocupantes, y la sociedad en su conjunto. Estos edificios suponen unos mayores costos iniciales de construcción, pero que son efectivamente mitigados con ahorros efectuados en el tiempo, debido a menores costos de operación, dados por una mayor eficiencia de los recursos. Además, los precios de venta y alquiler inmobiliarios, para este tipo de edificios son mayores, aumentando significativamente el retorno sobre la inversión en comparación con proyectos de construcción tradicionales.

El presente trabajo estará basado en la construcción de un edificio sustentable en la ciudad de Buenos Aires que tenga la certificación LEED. El mismo propondrá soluciones técnicas dentro de las cinco áreas fundamentales para una construcción sustentable: la planificación del terreno sustentable, el uso racional del agua, el uso eficiente de la energía, la conservación de materiales y recursos, y el cuidado de la calidad ambiental interior.

2. ABSTRACT

Today, the abuse of man over nature, threatens the planet Earth in many fronts. Emissions of greenhouse gases, that create global warming and the reduction of the ozone layer; deforestation, land degradation and water pollution, are some examples of serious environmental damage caused. The construction industry is perhaps the biggest contributor to this delicate balance of the ecosystem, consuming about 40% of raw materials and 50% of total world energy consumption. This situation is even worse, when the expected future rates of population growth and consumption are higher, generating an increasing occupational demand.

In recent years the industry has found the solution to stop this impact through sustainable construction. This concept refers to different strategies to minimize the environmental impact of construction in all phases of the life cycle of a building.

The way to ensure the sustainability of a building is certificating the project in Leadership in Energy and Environmental Design (LEED). A certified building provides an improvement on air quality, water and energy efficiency, reducing solid waste, benefiting owners, occupants and society as a whole. These buildings represents a higher initial construction costs, but are effectively mitigated by savings in time, due to lower operating costs, given by greater resources efficiency. In addition, real estate sales prices and rental are higher, significantly increasing the return over investment compared to traditional construction projects.

This work will be based on a sustainable building construction in Buenos Aires that has LEED certification. This will propose technical solutions within the five key areas for sustainable construction: sustainable site planning, rational use of water, energy efficiency, conserving materials and resources, and care of indoor environmental quality.

3. TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| Dedicatoria..... | iii |
| Agradecimientos | v |
| Descriptor bibliográfico..... | vii |
| 1. Resumen Ejecutivo | ix |
| 2. Abstract | xi |
| 3. Tabla de contenidos | xiii |
| 4. Análisis, principios, impacto y beneficios de la construcción sustentable y sistema LEED | 15 |
| 4.1. Análisis del escenario actual..... | 15 |
| 4.2. Impacto de las actividades de construcción sobre el medio ambiente | 16 |
| 4.3. Cuantificación del impacto sobre el medio ambiente | 17 |
| 4.4. Definición y principios de la construcción sustentable | 18 |
| 4.5. Método de evaluación de sustentabilidad en la construcción: LEED | 20 |
| 4.6. Ventajas y desventajas del sistema LEED..... | 22 |
| 4.7. Cuantificación de los beneficios de la construcción verde..... | 23 |
| 4.8. Escenario mundial y regional de la construcción sustentable | 24 |
| 5. Diseño, tecnología y construcción del Edificio sustentable..... | 27 |
| 6. Elección del terreno sustentable | 29 |
| 6.1. Prevención de la Contaminación para actividades de construcción..... | 29 |
| 6.2. Selección del sitio | 29 |
| 6.3. Densidad de desarrollo y conectividad con la comunidad | 31 |
| 6.4. Medios de transporte alternativo | 34 |
| 6.4.1. Acceso al transporte público..... | 34 |
| 6.4.2. Estacionamiento de bicicletas y Vestuarios..... | 35 |
| 6.5. Diseño del sistema de escurrimiento para el control de Aguas Pluviales | 36 |
| 6.6. Control del flujo de Aguas Pluviales..... | 38 |
| 6.7. Efecto Isla de Calor: Fuera del techo | 39 |
| 6.8. Efecto Isla de Calor: Techo | 40 |
| 6.9. Reducción de Contaminación Lumínica | 44 |
| 6.10. Resumen de puntos de: Elección del terreno sustentable..... | 46 |
| 7. Eficiencia en agua..... | 47 |
| 7.1. Eficiencia en la jardinería: reducción de agua del 50%. | 47 |
| 7.2. Reducción en el consumo de agua: reutilización de aguas residuales | 51 |
| 7.3. Reducción del uso de agua | 53 |
| 7.4. Resumen de puntos de: Eficiencia en agua | 56 |
| 8. Energía y Atmósfera | 57 |
| 8.1. Puesta en marcha de los principales sistemas de energía del edificio..... | 57 |
| 8.2. Máxima eficiencia energética | 58 |
| 8.3. Gestión de los refrigerantes principales | 59 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 8.4. | Optimización de la eficiencia energética..... | 61 |
| 8.5. | Energía renovable in-situ..... | 75 |
| 8.6. | Energía verde | 75 |
| 8.7. | Resumen de puntos de: Energía y Atmosfera..... | 77 |
| 9. | Materiales y Recursos..... | 79 |
| 9.1. | Almacenamiento y recolección de residuos reciclables..... | 79 |
| 9.2. | Gestión de residuos de la construcción | 80 |
| 9.3. | Reutilización de materiales y contenido de materiales reciclados..... | 82 |
| 9.4. | Materiales regionales..... | 85 |
| 9.5. | Madera certificada..... | 86 |
| 9.6. | Resumen de puntos de: Materiales y Recursos..... | 88 |
| 10. | Calidad Ambiental interior..... | 91 |
| 10.1. | Mínima eficiencia en la calidad ambiental interior..... | 91 |
| 10.2. | Control del humo de tabaco ambiental (HTA) | 92 |
| 10.3. | Control de fuentes internas de productos químicos y contaminantes | 95 |
| 10.4. | Control del sistema de iluminación..... | 98 |
| 10.5. | Control del sistema de confort higrotérmico | 100 |
| 10.6. | Diseño y verificación del confort higrotérmico | 102 |
| 10.7. | Resumen de puntos de: Calidad ambiental interior..... | 104 |
| 11. | Resumen del proyecto de certificación LEED | 107 |
| 12. | Conclusiones | 109 |
| 13. | Bibliografía | 111 |

4. ANÁLISIS, PRINCIPIOS, IMPACTO Y BENEFICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE Y SISTEMA LEED

4.1. Análisis del escenario actual

La evidencia científica indica claramente que el planeta Tierra se encuentra en peligro en muchos frentes distintos. El calentamiento global y la reducción de la capa de ozono causada por las emisiones de gases de efecto invernadero, la deforestación, la degradación de las tierras y la contaminación del agua son algunos ejemplos de graves daños ambientales generados por la contaminación.

Con un crecimiento proyectado de la población y su correspondiente aumento en el nivel del consumo en los próximos 50 años, la intensidad de estos problemas está obligando a obtener una pronta solución a los temas medioambientales.

La construcción es una de las mayores industrias, tanto en países en vías de desarrollo y en los ya desarrollados, en términos de inversión, empleo y la contribución al PBI. Su impacto en el medio ambiente es considerable, sobre todo en términos de uso de energía, degradación del suelo, pérdida de tierras agrícolas, bosques y tierras naturales, el aire, la contaminación del agua y el agotamiento de las fuentes de energías no renovables y minerales. La industria de la construcción es responsable directa e indirectamente del 40% del caudal de materia prima en la economía mundial y en los países en vías de desarrollo de cerca del 50% del consumo total de energía y está empezando a asumir el reto de adoptar los principios de construcción sustentable (también llamada arquitectura sustentable proveniente de "desarrollo sustentable" en inglés: sustainable development) encaminándose hacia el cumplimiento de sus responsabilidades ambientales. La industria de la construcción y el medio ambiente ya se benefician de la investigación en áreas de energía, activas y pasivas, como el diseño solar, una mejor eficiencia térmica de los materiales y componentes, el reciclado de materiales y la gestión de residuos. Estos desarrollos están orientados hacia lograr una mejora en el rendimiento sustentable de cada nuevo edificio.

Sin embargo, con un esperado crecimiento de la población y el consumo, más edificios serán construidos para satisfacer la creciente demanda ocupacional. Por lo que obteniendo mejoras marginales en el rendimiento sustentable por cada unidad de construcción nueva harán infructuosos los esfuerzos por mejorar los índices medioambientales si tenemos en cuenta una creciente tasa de urbanización. Lo que se necesita es un nuevo enfoque integral sobre la problemática medioambiental: un cambio sociocultural que incluya políticas de consenso global para alcanzar un mejor

rendimiento en términos absolutos, para definitivamente reducir el impacto de la industria pensando en un futuro sustentable, como también legislaciones que hagan realidad las voluntades remisas.

4.2. Impacto de las actividades de construcción sobre el medio ambiente

La industria de la construcción tiene un impacto significativo sobre el medio ambiente a través de un amplio espectro de actividades agrupadas genéricamente en: actividades fuera de la obra, actividades en la obra y en actividades operacionales.

Las actividades fuera de la obra incluyen: la minería y la fabricación de materiales de construcción y componentes de obra, el transporte de estos materiales y componentes, la adquisición de tierras; el proyecto, la definición y el diseño del mismo. Su impacto sobre el medio ambiente puede ser relevante en las siguientes áreas:

- El consumo de recursos renovables y no renovables como los minerales, el agua y la madera para materiales de construcción. Esto también puede conducir a la pérdida de biodiversidad.
- La contaminación del aire, agua y suelo de la fabricación y el transporte.
- La generación del espacio para una nueva instalación puede conducir a la deforestación, la pérdida de espacio para la agricultura, la expansión de áreas urbanas con potenciales problemas de transporte y conflictos sociales, mayor demanda de agua, electricidad y otros servicios, y la pérdida de la biodiversidad.
- Decisiones sobre el diseño de los objetivos de influencia en el proyecto, la construcción y la operación de las instalaciones en áreas de uso de los recursos, la calidad del ambiente interior, asuntos de tráfico, el reciclaje, la gestión de residuos, el mantenimiento y la vida de la instalación, así como sociales medio y ambientales.

Las actividades de construcción en obra están relacionadas con la construcción de una instalación física, el impacto de las cuales se pueden encontrar en las áreas de: la contaminación del aire, agua y suelo; consumo de recursos en la instalación de la construcción; los problemas de tráfico relacionados las actividades, la generación de residuos de la construcción, la ausencia de reciclaje de materiales y componentes de la construcción, y la pérdida de la biodiversidad.

Las actividades operacionales son aquellas asociadas con el desarrollo de la construcción incluyendo el mantenimiento y demolición futura o reforma de la obra. Estas actividades pueden tener un impacto significativo sobre el medio ambiente en áreas tales como: energía y los consumos de agua, la contaminación del aire, agua y tierra, los problemas de tráfico causados por la presencia física de la instalación y la entrada y salida de sus ocupantes, la generación de residuos (alcantarillado, drenaje y basura), y la calidad del aire interior.

4.3. Cuantificación del impacto sobre el medio ambiente

Del análisis de la responsabilidad de la construcción y operación sobre los consumos mundiales de las principales variables medioambientales, se desprende la criticidad que tiene la industria para el desarrollo sustentable de la humanidad. Los siguientes porcentajes muestran el impacto de la industria de la construcción sobre el total de consumos mundiales de cada recurso:

- Uso de materias primas (30%)
- Tala de árboles (25%)
- Energía (42%)
- Electricidad (71%)
- Agua potable (12%)

Y la contaminación de emisiones como:

- Las emisiones de CO₂ (39%)
- Los efluentes de agua (20%)
- Residuos sólidos (65%)
- Otras contaminaciones (13%)

Mientras que la industria de la construcción sea un importante consumidor de energía y materias primas, también tendrá que ser un importante consumidor de otros recursos como la tierra y el agua. A medida que la población sigue creciendo, la necesidad de hospedar a la gente, producir alimentos, facilitar el transporte, la construcción de infraestructura, y la necesidad de agua potable tendrán que satisfacerse. Las áreas urbanas continuarán expandiéndose, así como los asentamientos rurales y zonas recreacionales generando una mayor necesidad de recursos.

El consumo energético es uno de los factores clave para la contaminación del medio ambiente, y tiene una clarísima correlación con las emisiones de CO₂. Ver figura 4.3. Éste está en franco crecimiento por lo que los esfuerzos por la búsqueda de energías alternativas son tan importantes como los ahorros que se puedan producir en materia de consumo energético. Se estima que solo en Estados Unidos, de mantenerse esta tendencia de consumo eléctrico, se necesitaran construir para los próximos 20 años unas 1.600 plantas energéticas, a razón de 1 por semana.

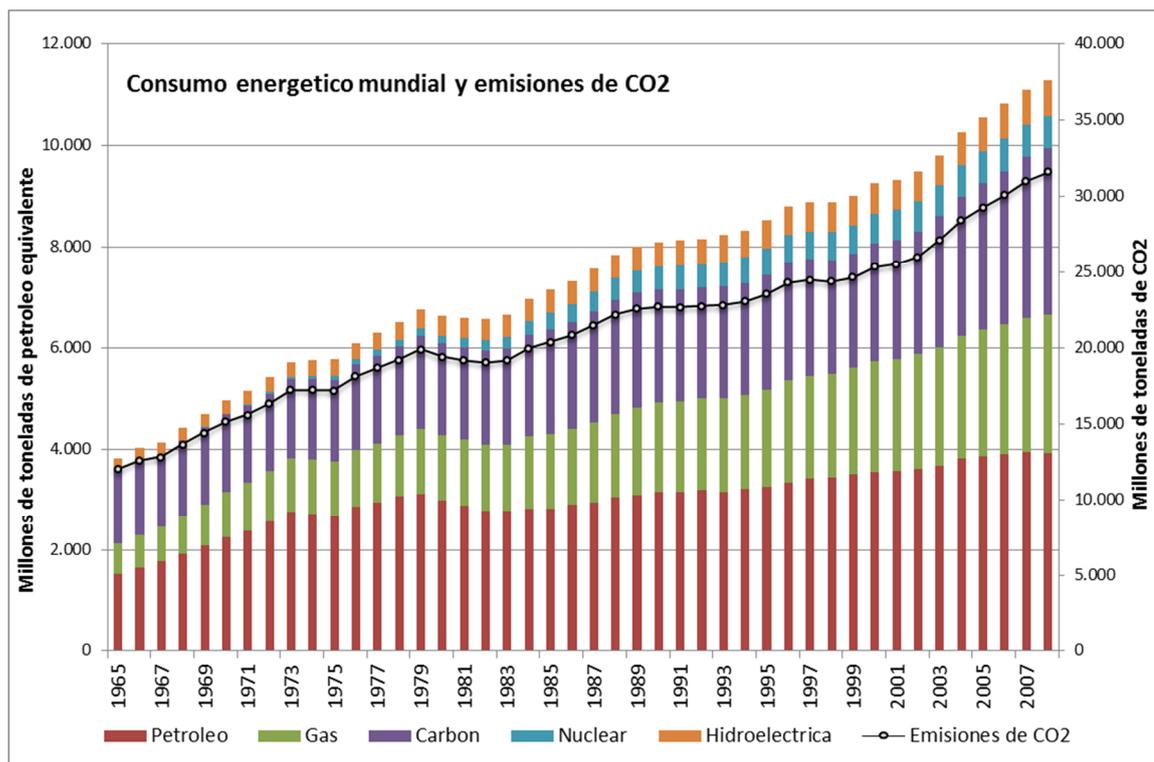


Figura 4.3 Consumo energético mundial y emisiones CO₂ (Fuente: Statistical Review of World Energy June 2009)

4.4. Definición y principios de la construcción sustentable

El concepto de construcción sustentable se refiere a las diferentes estrategias destinadas a minimizar el impacto ambiental de las obras de construcción en todas las fases del

ciclo de vida de un edificio. Esto incluye las etapas de planificación, diseño, construcción, renovación, utilización y eliminación o reconstrucción.

No se trata de un nuevo estilo arquitectónico, sino de aplicar una serie de criterios, como por ejemplo la correcta orientación de los ambientes, la elección de los materiales, el tamaño de las aberturas y su protección del sol. Estos criterios se relacionan con el consumo de energía, el uso de fuentes de energía renovables y de materiales y productos de construcción más amigables con el ambiente. También se vinculan con aspectos como la gestión de residuos y de agua, así como con otros factores involucrados en los impactos ambientales de la construcción.

La construcción sustentable está diseñada y es construida de forma que se tienda a reducir o eliminar los impactos negativos sobre el medio ambiente y sus habitantes, destacándose cinco áreas: la planificación del sitio, el consumo racional del agua, el uso eficiente de la energía, la conservación de materiales y recursos, y el cuidado de la calidad ambiental interior; que en término general tiende a balancear los 3 aspectos fundamentales para cualquier proyecto sustentable (el social, el económico y el medioambiental) que se integran sin orden prioritario.

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, teniendo en consideración el análisis de su ciclo de vida y su renovabilidad, 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.

4.5. Método de evaluación de sustentabilidad en la construcción: LEED

Liderazgo en Energía y Diseño Medioambiental (LEED por sus siglas en Inglés) es un reconocido sistema de certificación de edificios verdes, proporcionando la verificación a través de terceros de que una construcción fue diseñada y construida utilizando las estrategias destinadas a mejorar el rendimiento en campos como el ahorro energético, la eficiencia del agua, la reducción de las emisiones de CO₂, la mejora de la calidad ambiental interior, la administración de los recursos y la sensibilidad a sus efectos.

Desarrollado en los EE.UU. por el Green Building Council (USGBC), LEED es la intención de proporcionar a los propietarios y operadores de edificios un marco conciso para determinar y aplicar, practica y mensurablemente, el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento dentro de un edificio sustentable.

LEED fue creado con el objetivo de lograr:

- Definición de "edificio verde" mediante el establecimiento de un estándar común de medidas.
- Promover la gestión integrada y las prácticas de todo el diseño de un edificio.
- Reconocer el liderazgo medioambiental en la industria de la construcción
- Estimular la competencia
- Aumentar la conciencia de los consumidores de los beneficios de una edificación sustentable
- Transformar el mercado de la construcción

El sistema de calificación evalúa la construcción en ocho áreas principales:

- Localización y Planeación

- Elección del terreno sustentables
- Eficiencia en agua
- Energía y atmosfera
- Materiales y Recursos
- Calidad Ambiental Interior
- Innovación y Diseño del Proceso
- Prioridad Regional

Hoy en día, LEED consiste en un conjunto de nueve sistemas de clasificación para el diseño, construcción y operación de edificios, viviendas y barrios. Cinco categorías generales corresponden a las especialidades que ofrece el programa profesional acreditado. Ese conjunto se compone actualmente de:

- Diseño y Construcción de un edificio verde
 - LEED para la Nueva Construcción y Grandes Reformas
 - LEED para el Desarrollo del núcleo y las estructuras
 - LEED para las Escuelas
 - LEED para la nueva construcción de negocios comerciales
- Diseño y Construcción del espacio interior verde
 - LEED para Interiores de oficinas
 - LEED para Interiores negocios comerciales

- Operación y Mantenimiento de un edificio verde
 - LEED para Edificios Existentes: Operaciones y Mantenimiento

- Desarrollo Vecinal verde
 - LEED para el Desarrollo de Vecindarios

- Diseño y construcción de una casa verde
 - LEED para casas

La evaluación del sistema (de la versión 2009 v3) se establece en una escala de base de 100 puntos en los cuales se puede optar por cuatro niveles de certificación dependiendo de la evaluación resultante. Ver figura 4.5:

- Certificación - 40 - 49 puntos

- Plata - 50 - 59 puntos

- Oro - 60 - 79 puntos

- Platino - 80 puntos o más



Figura 4.5 Logos de certificación LEED

4.6. Ventajas y desventajas del sistema LEED

Edificios con certificación LEED suponen la utilización de sus recursos de una manera más eficiente en comparación con los edificios convencionales simplemente construidos con el código urbanístico local. Edificios con certificación proporcionan a menudo un trabajo más saludable y mejores condiciones de vida, lo que contribuye a una mayor productividad, salud y confort de los empleados. Los beneficios van desde la mejora de calidad del aire y agua y el rendimiento energético hasta reducir los desechos sólidos, beneficiando a los propietarios, ocupantes, y la sociedad en su conjunto.

A menudo, cuando un proyecto LEED se lleva a cabo, el costo de diseño inicial y la construcción se eleva de aproximadamente desde un 0,6% para la certificación básica, entre un 4% y 5% para las Plata y Oro hasta un 7% para la Platino. Una de las razones por el mayor costo, es que los principios de sostenibilidad de la construcción no pueden ser bien comprendidos inicialmente por los profesionales del diseño del proyecto. Esto podría requerir tiempo que debe dedicarse a la investigación. También, puede haber una falta de disponibilidad de los elementos de construcción fabricados conforme a las normas. Siguiendo, también la certificación de un proyecto es un costo añadido en sí mismo.

Sin embargo, esos mayores costos iniciales pueden ser efectivamente mitigados con los ahorros efectuados con el tiempo debido a costos operativos más bajos que los estándares de la industria típica de un edificio certificado. También se incrementan los valores inmobiliarios de venta y renta, así como la ocupación del mismo. Un retorno adicional de la inversión económica puede venir en forma de ganancias de productividad que los empleados hayan incurrido como resultado de trabajar en un medio ambiente más saludable. En definitiva los proyectos sustentables aumentan significativamente el retorno sobre la inversión en comparación con los proyectos inmobiliarios tradicionales.

4.7. Cuantificación de los beneficios de la construcción verde

Según el USGBC un edificio certificado tipo se diferencia, en promedio, de los edificios tradicionales en las siguientes variables:

- Permiten un ahorro de energía del 30%
- Disminuyen las emisiones de CO₂ entre un 35% y 40%
- Ahorro en el consumo de agua de entre un 35% a un 50%

- Ahorro en recursos y materiales por el uso de derivados del reciclado y de residuos generados en la construcción de orden del 50% al 90%
- Decrecen un 9% los costos operativos del edificio construido
- Aumenta un 7,5% el valor inmobiliario
- El promedio de ocupación se incrementa en 3,5% y en un 3% el precio de alquiler
- El retorno sobre la inversión es un 7% mayor
- La inversión extra es de entre el 0,6% y el 7% para la certificación platino
- El periodo de repago de la inversión extra se recupera entre 2 y 3 años
- Los empleados y estudiantes muestran una productividad incremental que se cuantifico en entre un 2% y un 16%.

4.8. Escenario mundial y regional de la construcción sustentable

Así como ocurre en otros ámbitos socio-económicos en el planeta, la diversidad de situaciones que enfrentan al mundo en lo que respecta a construcción sustentable es muy amplia. En términos generales las sociedades están tomando conocimiento lentamente del impacto que tienen sus acciones en el medio ambiente y en los últimos 10 años las preocupaciones junto con las acciones se han ido acrecentando.

A nivel mundial los países del primer mundo ya tienen una vasta experiencia en la materialización de proyectos inmobiliarios sustentables, mientras que en los países emergentes como el nuestro, recién se empiezan a ver algunos en construcción.

Hoy en día, en EE.UU. los edificios sustentables están fundamental y positivamente alterando la dinámica del mercado inmobiliario, debido a la naturaleza de productos demandados por inquilinos, construidos por los desarrolladores, requeridos por el gobierno y favorecidos por los inversionistas.

Desde su creación en 1998, el USGBC ha crecido hasta abarcar más de 14.000 proyectos en los Estados Unidos (donde se encuentran el 70% de los proyectos) y 114 países que en total cubren una superficie de unos 100 km² de construcción.

El primer edificio residencial en alcanzar la certificación LEED nivel Oro fue "The Solaire" en Nueva York en 2003 y desde entonces ha acumulado un ahorro de energía del 67%, 88% en ahorro consumo del agua y 93% en residuos reciclados y cuyos alquileres resultaron en un 3% por encima del promedio.

El Argentina existen unos 18 proyectos registrados LEED con 350.000 metros cuadrados de volumen de obra, los cuales ninguno ha sido certificado aún, siendo el 85% de los proyectos para uso de oficinas, entre los que se encuentran Metro Office y Madero Office que apunta a la certificación Plata.

En el resto de América se pueden encontrar unos 180 proyectos registrados para realizar la certificación, de los cuales ya lo han conseguido unos 6 en Brasil, Chile y México.

5. DISEÑO, TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO SUSTENTABLE

El objetivo del trabajo será presentar un proyecto de un edificio sustentable que apunte a certificar en el sistema de evaluación y certificación de construcciones sustentables LEED. El proyecto estará destinado para la instalación de oficinas, por ser el tipo más común de construcción certificada en el mundo a raíz de su demanda en el mercado inmobiliario. El mismo estará ubicado en la ciudad de Buenos Aires y su nombre comercial será Niza Tower, como la ciudad balnearia de la Riviera Francesa.

El proyecto se desarrollara en diferentes aspectos evaluativos requeridos por el sistema, con el objetivo de alcanzar como mínimo los 40 puntos necesarios para la certificación básica de LEED. Puntualmente y para mantener un margen de seguridad de que el trabajo alcanzara el objetivo deseado y teniendo en cuenta que la evaluación para la certificación se realiza sobre el proyecto terminado, se presentara el mismo desarrollado en 45 puntos en la escala de base, divididos en las 5 áreas principales de abordaje:

- Elección del terreno sustentable
- Eficiencia en agua
- Energía y Atmosfera
- Materiales y Recursos
- Calidad ambiental interior

6. ELECCIÓN DEL TERRENO SUSTENTABLE

6.1. Prevención de la Contaminación para actividades de construcción

Como en todas las áreas principales del proceso de generación de un plan de construcción de un edificio sustentable que apunte a certificar con la norma LEED, existen algunos prerequisites que son obligatorios de cumplimiento. Este es el caso de este crédito cuyo objetivo es reducir la contaminación de las actividades de construcción por el control de la erosión del suelo, la sedimentación fluvial y la generación de polvo en el aire.

Puntualmente se necesita crear un plan para el control de la erosión y la sedimentación de las actividades de construcción relacionadas con el proyecto. El plan debe describir las medidas aplicadas para lograr los siguientes objetivos:

- Evitar las pérdidas de suelo durante la construcción por el efecto del agua de lluvia y la erosión del viento, incluida la protección de la tierra vegetal, almacenándola para su reutilización.
- Prevenir la sedimentación en el alcantarillado o arroyos que viertan sus aguas en la parcela.
- Prevenir la contaminación del aire con polvo y partículas.

Por lo general, el ingeniero civil identifica áreas propensas a la erosión del suelo y medidas estabilizadoras. El contratista adopta un plan para instrumentar las medidas presentadas por el Ingeniero Civil y responde a la concatenación de eventos y otras actividades en consecuencia. Es recomendable que el plan de Control de Erosión y la Sedimentación (CES) sea incorporado en los planos y especificaciones de construcción, con instrucciones claras, responsabilidades, programas e inspecciones.

6.2. Selección del sitio

El objetivo de este punto es cumplir con una serie de requisitos básicos fundamentales sobre la elección del sitio de construcción que apuntan a minimizar el impacto sobre el medio ambiente que genera la localización del edificio en determinados lugares. Estos requerimientos indican que no se debe desarrollar un proyecto en los siguientes sitios:

- Tierras de cultivo primarias.
- Terreno que este específicamente identificado como hábitat de cualquier especie que figure en las listas de especies amenazadas o en peligro de extinción.
- A menos de 30 metros de cualquier humedal, humedal aislado o áreas de protección especial identificadas por la regla estatal o local.
- Terreno previamente no desarrollado que este a menos de 15 metros de cualquier mar, lago, río, arroyo y afluente en el que viva o puedan vivir los peces o se utilice o pueda utilizar para recreación o uso industrial.
- Terreno que previamente a su adquisición fuera un parque nacional.

Para este proyecto de edificio, que denominaremos Niza Tower, se seleccionara un terreno en la zona de Puerto Madero, en la ciudad autónoma de Buenos Aires, que no cumpla con ninguno de estos requisitos prohibitivos presentados. Además, la zona de oficinas elegida para el proyecto es ideal ya que concentra a las más grandes empresas del país como clientes potenciales, así como tiene los mayores precios de superficie de venta de la ciudad, pudiendo estos financiar los mayores costos de producción de una construcción sustentable.

La construcción se proyectará en el único terreno libre que existe hoy en la zona, marcado en naranja en la fotografía, ver figura 6.2. Se trata de una superficie de 9.400m² (de aproximadamente 85m por 110m) que se encuentra en la intersección de la Avenida de Los Italianos y Machaca Güemes.



Figura 6.2 Imagen satelital del terreno del proyecto

El terreno hoy está a la espera de una resolución que modifique la zonificación en el código de Planeamiento Urbano de la Ciudad de Buenos Aires, concretamente el factor de ocupación del terreno (FOT), de manera que permita la construcción de una torre en el lugar. Para el caso del proyecto supondremos que esta modificación, hoy trabada por temas políticos, ya se ha realizado.

Si tomamos como referencia los valores de los terrenos circundantes, según el código de planificación urbana de la Ciudad de Buenos Aires, el factor de ocupación del terreno (FOT) será de 9 y el factor de ocupación superficial (FOS) de 0,5. Con estas restricciones se establecen como superficies potenciales de construcción para el terreno, 4,700m² como superficie máxima de planta y 84.600m² como la superficie máxima total.

El edificio de 27 pisos (23 por encima de la planta baja y 3 subsuelos), será rectangular y tendrá unos 50m de frente, por unos 62,5m de largo, con lo cual la superficie de planta será de unos 3.125m², respetando los valores de FOT y FOS del terreno.

6.3. Densidad de desarrollo y conectividad con la comunidad

El objetivo principal de alcanzar este punto es darle preferencia a proyectos localizados en zonas de desarrollo urbano avanzado. Para esto hay que considerar las sinergias con los vecinos y elegir el sitio en base a las infraestructuras, los transportes y las consideraciones de la calidad de vida de los ocupantes.

Se puede alcanzar este punto de dos formas diferentes, desarrollando una revitalización de la comunidad, por efecto propio de la construcción que aumenta las tasas de ocupación, de manera que el barrio se desarrolle económicamente hacia los servicios fundamentales para el mismo; o simplemente ubicando la construcción en un terreno adyacente a menos de 800 metros de al menos 10 servicios básicos como ser:

- Banco

- Lugar de culto

- Alimentación

- Guardería

- Servicios de limpieza

- Estación de bomberos

- Peluquería y centros de estética

- Ferretería

- Lavandería

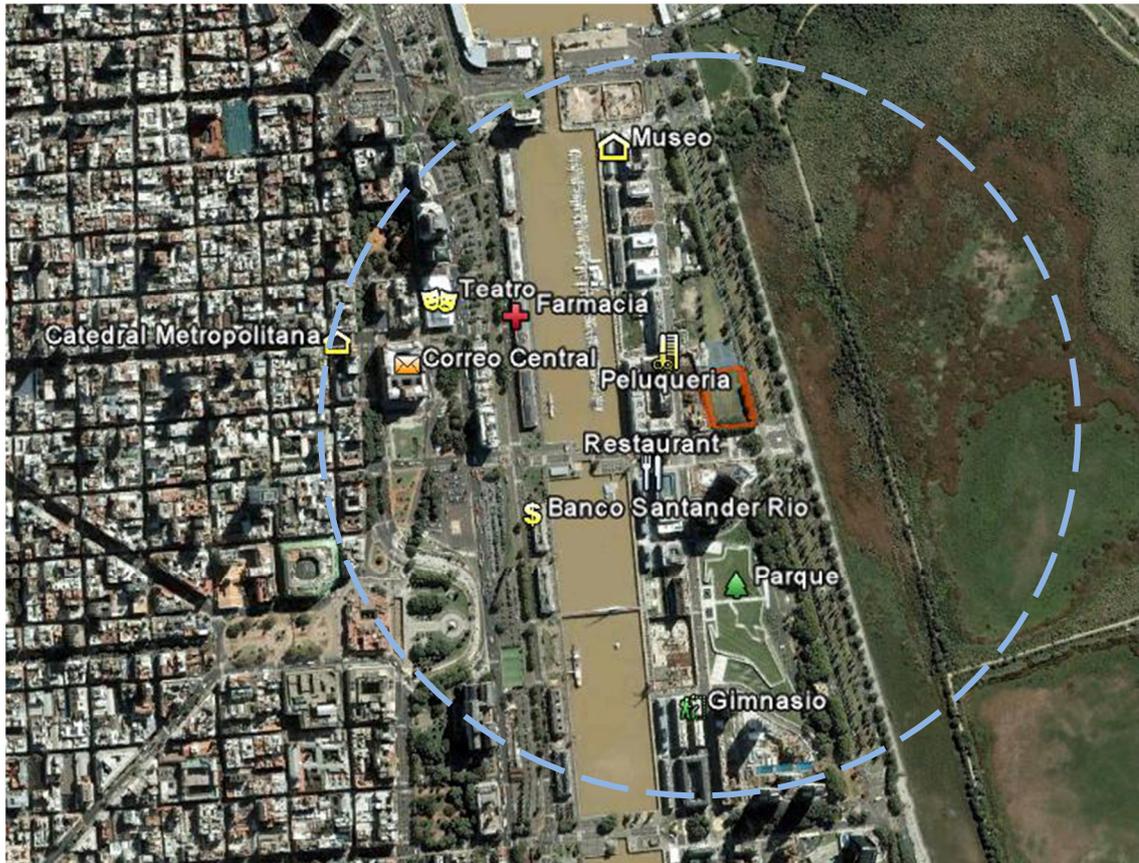
- Biblioteca

- Centro Medico

- Centro de Mayores

- Parque
- Farmacia
- Oficina de correos
- Restaurante
- Colegio
- Supermercado
- Teatro
- Centro Cívico
- Gimnasio
- Museo

Para esto en el siguiente mapa satelital, ver figura 6.3, se marcan algunos de estos servicios ubicados a distancias pedestres del edificio en el radio circunscrito.



Figuro 6.3 Imagen satelital de los servicios básicos cercanos al edificio en un radio de 800m

6.4. Medios de transporte alternativo

Estas consideraciones acerca de transportes alternativos al automóvil son unos de los más importantes dentro de un proyecto sustentable y en el caso de LEED uno de los que más puntaje otorga para la evaluación. El objetivo fundamental es reducir la contaminación y los impactos debido al uso del automóvil.

Para lograr este objetivo se abordan diferentes estrategias: la localización cercana al transporte público, la estimulación al uso de vehículos de baja o nula contaminación, así como la compartición de los vehículos.

6.4.1. Acceso al transporte público

Para cumplir este punto se requiere estar a menos de 800m de una estación de tren, tranvía o subte ya construido o planificado; o bien en un radio menor a 400m de por lo menos 2 líneas de colectivos.

Para el caso de Niza Tower, su ubica a 450m de la estación Puerto Madero del Tren Castelar (TBA); a 550m de una terminal de ómnibus donde paran varias líneas de colectivos entre los que se encuentran el 2 - 4 - 6 - 20 - 22 - 26 - 33 - 54 - 56 - 61 - 62 - 64 - 74 - 93 - 99 - 105 - 109 - 111 - 126 - 129 - 130 - 140 - 143 - 146 - 152 - 159; y a 700m la estación Leandro N. Alem de la línea B de subte y donde próximamente se inaugurará la estación Correo Central de la línea E. Ver figura 6.4.1.



Figura 6.4.1 Imagen satelital de los medios de transporte cercanos al edificio

6.4.2. Estacionamiento de bicicletas y Vestuarios

Para este tema se proyectará un parking o espacio de guardado de bicicletas que para cumplir con la norma LEED para este inciso deberá contar con lugar para por lo menos el 5% de los usuarios del edificio en un radio menor a 180 metros del edificio principal. El espacio también deberá contar con duchas y vestuario para la misma cantidad de personas.

El proyecto contempla en el primer subsuelo de cocheras un espacio reservado con racks para el guardado de las bicicletas, con acceso diferenciado por la misma rampa de entrada de vehículos. El edificio esta dimensionado para el trabajo de oficinas de unas 2.000 personas, por lo que los racks deberán tener espacio para guardar unas 100 bicicletas, consumiendo una superficie útil de aproximadamente 180m².

También en este primer subsuelo y con acceso cercano desde la planta baja por escaleras y ascensor, se construirán 2 vestuarios, uno para cada género, que cuenten con 12 duchas cada uno (para evitar congestionamientos en horarios picos de utilización), 12 lavabos, 8 mingitorios y 6 inodoros para los caballeros y 12 para las damas, y un salón vestuario que incluya lockers para guardar pertenencias. Toda esta estructura insumirá unos 300m² de superficie de esa planta.

6.5. Diseño del sistema de escurrimiento para el control de Aguas Pluviales

El enfoque de este crédito puede variar significativamente dependiendo de las condiciones del sitio del proyecto en el inicio del mismo. Si el proyecto se está construyendo en un sitio poco desarrollado, el objetivo es preservar los flujos de agua de tormenta, el diseño del proyecto debe responder a las condiciones naturales del suelo, el hábitat y las características de las precipitaciones. Si el proyecto es un nuevo desarrollo de un sitio desarrollado previamente, es decir no virgen, el objetivo suele enfocarse en mejorar la gestión de aguas pluviales de manera que se restauren las funciones naturales del sitio, en la medida de lo posible.

El método más eficaz para minimizar el volumen de escurrimiento de aguas pluviales es reducir la cantidad de área impermeable. Al reducir el área impermeable, la infraestructura de aguas pluviales se puede minimizar o eliminar del proyecto.

Las estrategias para minimizar o mitigar las superficies impermeables pueden incluir:

- Menor huella o superficie de planta del edificio
- Permeabilidad de los materiales de pavimentación
- Recolección de aguas pluviales para su reutilización en el riego y / o en el edificio.
- Techos verdes
- Cadenas de filtros de vegetación
- Retención de los estanques

- Desarrollo de zonas para reducir las superficies pavimentadas (carreteras, aceras, etc.)

Las aguas pluviales capturadas en cisternas, barriles de lluvia, u otros dispositivos, son una fuente primaria de agua en muchas partes del mundo. No deben ser utilizadas para cubrir las necesidades de agua potable siempre que haya otras fuentes de agua disponibles que sean menos riesgosas para la salud pública. Sin embargo, el agua de lluvia recolectada puede ser usada para reducir las necesidades de agua potable para usos tales como riego de jardines, extinción de incendios, la carga de inodoros y la limpieza de uriniales.

Las técnicas de almacenamiento y reutilización van desde sistemas de pequeña escala (por ejemplo barriles de lluvia) a cisternas subterráneas que pueden mantener grandes volúmenes de agua. Ya sea grande o pequeño, los diseños de la recolección de aguas pluviales deben considerar lo siguiente:

- La necesidad prevista del uso del agua, ¿cómo el agua recolectada se usa y cuando se la necesitaba? Por ejemplo, si el agua se utiliza para regar la tierra de los jardines para los meses de verano, la cantidad de agua necesaria y la frecuencia de uso. Los requerimientos de uso y la previsión de volumen se deben determinar en función de la frecuencia de la lluvia y las cantidades precipitadas.
- Diseño del sistema, con el fin de prever la utilización o liberación de agua entre los eventos de tormenta para que el volumen de almacenamiento para el cual fue diseñado esté disponible.
- Drenaje de la zona, el tamaño y la naturaleza (por ejemplo, estanqueidad porcentual) del área drenaje al sistema de almacenamiento determina la cantidad de agua de lluvia que estarán disponibles.
- Sistemas de Transporte. Los sistemas de reutilización de aguas grises y de agua de tormenta no debe estar conectado a otros sistemas de agua para uso doméstico o comercial potable. Los tubos y unidades de almacenamiento deben estar claramente marcados e identificados.
- Tratamiento previo. Pantallas o filtros se pueden utilizar para eliminar los residuos y sedimentos de la escorrentía y reducir al mínimo los contaminantes.

- La presurización, usos para el agua de lluvia recolectada pueden requerir la presurización. Por ejemplo, la mayoría de los sistemas de riego requieren una presión de agua de al menos un 15 psi (aproximadamente 1 atmósfera) para funcionar adecuadamente.

Gran parte del área impermeable está dada por la superficie de la huella del edificio, por eso, en el caso del edificio Niza se recolectará el agua de escorrentía en la terraza del mismo así como también en el jardín del edificio, dándole uso a estas aguas en descargas de inodoros y mingitorios y en caso de tener disponibilidad del recurso para riego (ver capítulo 7.2. en página 51).

Además, la terraza será un techo verde, que básicamente es un techo de un edificio que está parcial o completamente cubierto de vegetación y un medio de cultivo, plantados sobre una membrana de impermeabilización. También puede incluir capas adicionales tales como una barrera de la raíz (para que éstas no penetren a las capas inferiores), el drenaje y el sistema de riego (ver capítulo 6.8. en página 40).

6.6. Control del flujo de Aguas Pluviales

El objetivo de este crédito es limitar la perturbación y la contaminación de flujos naturales de agua gestionando el exceso de escorrentía. Para esto se requiere implementar un plan de manejo de aguas pluviales que reduzca la cubierta impermeable, promueva la infiltración, y capture y trate el exceso de escorrentía procedente de aguas pluviales del 90% de las precipitaciones medias anuales utilizando las mejores prácticas de gestión.

Las soluciones pueden provenir de usar superficies alternativas (por ejemplo, cubiertas con vegetación, pavimento permeable o pavimentos en rejilla) y las técnicas no estructurales (por ejemplo, jardines de lluvia, cubiertas drenantes vegetadas, la discontinuidad las zonas vegetadas y el reciclaje de agua de lluvia) para reducir la impermeabilidad y promover la infiltración reduciendo las cargas contaminantes.

La solución encontrada en el edificio para cumplir con este crédito, en línea con la del crédito precedente, será una medida estructural, tal como un sistema de cisternas de agua de lluvia junto con dispositivos de tratamiento y estanques, que se utilizarán en el proceso de reutilización del agua de lluvia para eliminar contaminantes de la escorrentía para luego ser utilizados en las instalaciones de descarga.

Siendo además que el método más eficaz para minimizar el volumen y posterior tratamiento de escurrimiento de aguas pluviales, reducir la cantidad de carga del área impermeable, se proyectara en los accesos delanteros del edificio la construcción de rampas de ingreso y egreso a cochera con un tipo de pavimento de concreto permeable entrelazado (PICP) contribuyendo a la recolección de esta agua de lluvia. Ver figura 6.6.

El PICP tiene un alto rango de infiltración inicial en superficies y todas pueden inmediatamente permear y almacenar lluvia y residuos de las tormentas más intensas. En muchos casos, el residuo de lluvia es totalmente eliminado. Dichos pavimentos cuentan con la habilidad de graduarse en su superficie, almacenar e infiltrar residuos de lluvia de regreso al suelo. Los pavimentos con tallas más pequeñas se abren gradualmente y agregan superficies de apoyo a las ruedas cargadas mientras dan una base de reserva que filtra el agua de tormenta.

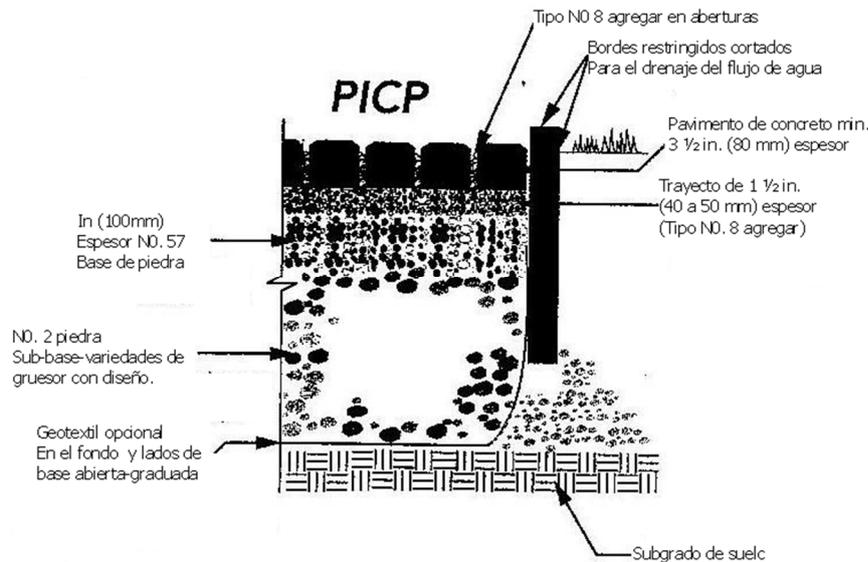


Figura 6.6 Sistema de pavimento de concreto permeable entrelazado (PICP)

6.7. Efecto Isla de Calor: Fuera del techo

El objetivo de este crédito es contribuir a la reducción del efecto isla de calor (diferencias en el gradiente térmico entre las zonas urbanizadas y las no urbanizadas) para minimizar el impacto en el microclima, el hábitat humano y en la vida silvestre.

A medida que el entorno construido crece, este va re-configurando los lugares naturales, renunciando a los correspondientes servicios ecológicos. La vegetación sirve para enfriar las zonas que lo rodean a través de la sombra y la evapotranspiración. El uso de

superficies oscuras, no reflectantes para estacionamiento, techos y otras superficies contribuyen a la generación del efecto de la isla de calor creado cuando la radiación del sol es absorbida y transferida por convección y conducción de nuevo a las áreas circundantes. Como resultado de este efecto, la temperatura ambiente en las zonas urbanas puede ser artificialmente elevada por más de 4° Celsius en comparación con las zonas circundantes de cercanías no desarrolladas. Esto resulta en un aumento de cargas de refrigeración en el verano, que requieren de grandes equipos de climatización y una elevada demanda de energía eléctrica resultando en una mayor generación de gases de efecto invernadero, de más contaminación, y una mayor necesidad de capacidad eléctrica instalada para la ciudad.

Para cumplir con este requisito, una de las opciones es colocando como mínimo el 50% de las plazas de estacionamiento bajo algún techo (definido como bajo tierra, debajo de una cubierta o sombra, o un edificio).

Para el caso del diseño de Niza, todas las cocheras del proyecto se encuentran bajo suelo, en los 3 subsuelos que tendrá el edificio, dejando la superficie, a excepción de la huella del edificio y la entrada, como un gran espacio verde.

6.8. Efecto Isla de Calor: Techo

Análogamente con el requisito precedente en este punto se busca reducir la incidencia del edificio a construir en el efecto isla de calor aplicando diferentes tecnologías sobre la cubierta de la construcción.

Como en la mayoría de los créditos, en este caso existen diferentes maneras de cumplir satisfactoriamente con el requisito, en cuestión como ser usando materiales con un alto nivel de reflectancia, o a través de la instalación de superficies vegetadas o un techo verde en una superficie mayor al 50% del área de la cubierta.

En este proyecto la solución será, teniendo en cuenta los beneficios presentados a continuación, la instalación de un techo verde en el 70% de la superficie disponible, unos 2.188m² de la terraza.

También conocido como un "techo viviente", estos sirven para varios propósitos de un edificio, tales como la absorción del agua de lluvia, proporcionando aislamiento, creando un hábitat para la fauna, ayudando a bajar las temperaturas del aire urbano y combatiendo el efecto isla de calor como se requiere en el crédito en cuestión. Hay dos tipos de techos verdes: techos intensivos, que son más gruesos y pueden soportar una

amplia variedad de plantas, pero son más pesados y requieren más mantenimiento; y los techos amplios, que están cubiertos de una ligera capa de vegetación y consecuentemente más livianos.

Los techos verdes tienen los siguientes beneficios:

- Reducen las necesidades de calefacción (a través de la adición de masa y resistencia térmica)
- Reducen las necesidades de refrigeración (a través del enfriamiento por evaporación)
- Reducen las pérdidas de calor y consumo de energía en condiciones de invierno.
- Reducen el escurrimiento de las aguas pluviales
- Crean hábitats naturales
- Sirven de filtro de contaminantes y dióxido de carbono en el aire
- Filtran de contaminantes y metales pesados a las aguas pluviales
- Ayudan a aislar un edificio del sonido ambiental, ya que el suelo sirve para bloquear las frecuencias más bajas y las plantas del bloque las frecuencias más altas.

El siguiente esquema, ver figura 6.8, muestra las sucesivas capas que se instalarán en el sistema del techo verde del edificio Niza:



Figura 6.8 Detalle del sistema de techo verde del edificio

Para la selección de la vegetación, un aspecto clave del sistema, la misma debe ser del tipo no invasivas y exclusivamente plantas nativas, deben ser resistentes a la sequía y al viento. Durante los primeros meses las plantas exigen un mantenimiento especial para crecer adecuadamente. Según el tipo de planta elegida, estas requerirán un tipo de suelo y una profundidad adecuada para crecer. Habitualmente se utilizan entre 6 y 30 centímetros de tierra. Si se plantarán arbustos o plantas y árboles altos se necesitará una capa más gruesa de sustrato. Casi cualquier planta se puede poner en un techo aunque las únicas limitaciones son el clima, el diseño estructural y los presupuestos de mantenimiento del jardín.

Para evitar que el viento que sopla sobre la terraza erosione el suelo, se aplica colocada en la parte superior de la tierra una capa, que comúnmente es una manta delgada, que puede ser de arpillera o de algún material específico que se disuelve después de que la plantación se asiente. Como en muchas aplicaciones de paisajismo, los filtros de tela se pueden también utilizar para controlar la erosión en la superficie del medio de la siembra.

El sustrato, que no se debe confundir con tierra, se distingue por su contenido en minerales, el cual es producido sintéticamente como arcilla expandida. La arcilla es mucho menos densa y más absorbente que los suelos naturales, proporcionando la base para una ligera capa de material geotextil de manera de reducir la carga sobre la estructura.

Entre el sustrato y la capa de drenaje se encuentra la del filtro, que no solamente permite que el agua fluya a través de ella mientras conserva el medio de la plantación, sino que sirve también como una barrera de raíces. El filtro suele constar de una o dos capas de tejido, donde una de las mismas puede ser tratada con un inhibidor de raíces (que puede ser cobre o un herbicida leve).

Entre la capa de sustrato y la membrana de estanqueidad del techo, la capa de drenaje o drenante es el medio a través del cual el agua puede fluir desde cualquier lugar en el techo verde hacia el sistema recolector de agua de lluvia del edificio. En algunos sistemas basta con utilizar una capa de arcilla expandida de gran diámetro, aunque actualmente la mayoría de las empresas que colocan techos verdes utilizan una alfombrilla de plástico corrugado de drenaje con un patrón estructural que se asemeja a un cartón de huevos. El espesor mínimo de la capa drenante es generalmente inferior a 20 mm, pero una alfombra más gruesa puede proporcionar aislamiento adicional y una mejor barrera para las raíces.

La membrana del techo necesita protección, primariamente de daños durante la instalación del techo verde, pero también de los abonos fertilizantes y las penetraciones posibles de las raíces. La capa protectora puede ser una losa de hormigón ligero, una capa de aislamiento rígido, una lámina de plástico grueso, una hoja de cobre, o una combinación de estos, dependiendo del diseño particular y la aplicación del techo verde.

La protección térmica proporcionada por la vegetación, el sustrato, y la capa de drenaje elimina la necesidad de aislamiento adicional en los climas cálidos y secos. Sin embargo, los códigos de construcción por lo general requieren un cierto nivel de aislamiento adicional y teniendo en cuenta la necesidad de bajar la incidencia térmica que tendrá el edificio de Niza, se colocará una capa aislante, basada en una tabla de espuma sintética rígida, adicional al aislamiento proporcionado por la solución técnica.

Un techo verde puede ser instalado con cualquier tipo de sistema de impermeabilización, pero las membranas del tipo “Single-Ply” se han vuelto muy populares en los últimos años y serán colocadas en el edificio.

Algunos sistemas de riego utilizados en jardinería se pueden adaptar a las aplicaciones sobre las terrazas, pero existen tipos de diseños de techos verdes que combinan los métodos pasivos de riego con componente activos. El riego pasivo es el proceso de almacenamiento de agua de lluvia en la capa de drenaje. Un tipo de medio de almacenamiento de agua es poner una alfombra de fibra de polipropileno directamente debajo del sustrato, que actúa como una esponja. El riego es raramente necesario,

cuando se utilizan plantas tolerantes a la sequía como, por ejemplo el muy utilizado Sedums.

6.9. Reducción de Contaminación Lumínica

El objetivo de este punto es minimizar la luz que traspasa el límite del edificio y la parcela, reducir el resplandor que se emite al cielo para aumentar el acceso a la visión del cielo nocturno, mejorando la visibilidad nocturna mediante la disminución de los reflejos y el impacto del desarrollo en el entorno nocturno.

Para cumplir con este crédito es necesario diseñar sistemas específicos de iluminación de interior y exterior. Para los primeros todas las luces, que no sean de emergencia, se controlaran automáticamente para apagarse durante las horas no laborables, otorgando la capacidad de controlarlas manualmente si fuera necesario. Además, los espacios comunes de tránsito, como pueden ser pasillos de ascensor o cocheras, tendrán activación automática y temporal a través de sensores de movimiento cuyo objetivo es de iluminar exclusivamente cuando encuentre presencia humana. Se utilizaran para los espacios comunes mayormente lámparas con tecnologías del tipo LED que son las lámparas de bajísimo consumo siendo la opción más ecológica del mercado, que tienen una vida útil de más de 25 años.

A continuación se presenta una tabla, ver tabla 6.9, comparativa entre la tecnología de LED y la tradicional incandescente con 1000 horas de funcionamiento anuales (Costo de energía: 0,4\$/kWh y 0,42 kg de emisiones de CO2 por kWh):

| | Lámpara incandescente (40 W) | LED (7 W) |
|---|--------------------------------|-----------|
| Vatios de la bombilla (W): | 40 | 7 |
| Duración de la bombilla (años): | 1 | 25 |
| Precio medio de la bombilla (\$): | 4,5 | 200 |
| Coste anual de sustitución de la bombilla (\$): | 4,5 | 8 |
| Consumo de energía anual (kWh): | 40 | 7 |
| Coste energético anual (\$): | 16 | 2,8 |
| Coste anual total (\$): | 20,5 | 10,8 |
| Emisiones de CO2 al año (kg): | 16,8 | 2,94 |
| | Ahorro anual de costes (\$/u): | 9,7 |
| | Reducción de CO2 al año (kg): | 13,86 |
| | Punto de equilibrio (años) | 11,3 |

Tabla 6.9 Tabla comparativa del sistema de Led's vs Lámpara incandescente (Fuente www.Philips.es)

Para la iluminación de las áreas propias de oficinas se utilizaran tubos fluorescentes de alto rendimiento ultra delgados del tipo T5 HO de 54W, que proporciona unos 5.000lm

de luz. Estas lámparas de alta eficiencia y bajo contenido de mercurio logran una intensidad de más de 100 lm/W y consumen hasta un 28% menos que sistemas los convencionales fluorescentes contando con una vida útil de 20.000hs. Las mismas deben equiparse con balastos electrónicos para lograr su máxima eficiencia.

Las T5 son lámparas fluorescentes de 5/8" de pulgada de diámetro. Estas son de un tamaño de aproximadamente un 40% menor que las lámparas T8, que son de una pulgada de diámetro, y casi el 60% más pequeñas que las T12. Ver figura 6.9.

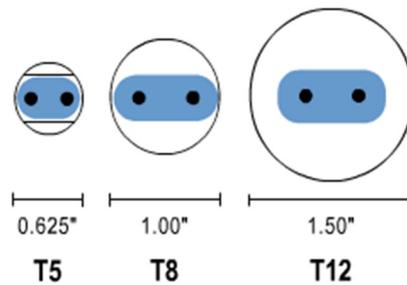


Figura 6.9 Tamaños de lámparas fluorescentes

Aunque la eficacia de las lámparas T5 es equivalente a la de las T8, el tamaño compacto de las T5 reduce la cantidad de materiales utilizados en su fabricación (aproximadamente un 38% menos de vidrio y fósforo), la posibilidad de contaminación de sustancias tóxicas y materiales de embalaje necesario para el traslado y venta, volviéndolas la opción más sustentable.

La iluminación exterior se diseñara de manera que todas las luminarias montadas en la parcela y el edificio produzcan un valor máximo inicial de iluminación no mayor de 2,15 lm/m² horizontal y vertical en el límite de la parcela y no mayor de 0,108 lm/m² horizontal a 4,5 metros más allá de la misma. Además se necesita documentar que no más del 10% de los lúmenes totales iniciales diseñados para la parcela se emita con un ángulo de 90° o más respecto a la vertical (hacia abajo).

Para alcanzar estos objetivos concretos, se utilizaran una combinación de tecnologías lumínicas sustentables que minimizan el consumo energético en hasta un 50% con respecto a sistemas tradicionales de iluminación exterior con apenas un 15% más de inversión, para los mismos niveles de intensidad lumínica. Este sistema propuesto se compone, por cada unidad de iluminación exterior, de una lámpara eficiente del tipo VSAP (Vapor de Sodio de alta presión) de 400W que aporta unos 45.000 lm con una distribución luminosa eficiente, junto con un balasto electrónico que reduce en un 12% las pérdidas por efecto Joule y le entrega una mayor vida útil a la lámpara; y un reloj

astronómico que según la fecha calendario regula el encendido y apagado del sistema y es independiente de los obstáculos, estaciones y clima. Un sistema de este tipo puede iluminar eficientemente hasta una superficie de 180m² de terreno.

6.10. Resumen de puntos de: Elección del terreno sustentable

Como resultado de los diseños establecidos para cada uno de los puntos, podremos aproximarnos a concluir que por este contenido se obtendrán, luego de la evaluación de agente certificador, unos 14 puntos de los 40 necesarios para la certificación. Tendremos en cuenta que para los créditos que otorgan más de 1 punto, como ser Densidad de desarrollo y conectividad con la comunidad o Transporte alternativo: Acceso al transporte público, serán otorgados los puntajes en relación a la base de cálculo especificada para cada uno.

Los créditos que no fueron presentados y que en la tabla aparecen con una N, no se consideraron aplicables a este proyecto.

La tabla 6.10 contiene el detalle de los requisitos presentados en este capítulo:

| 14 | 0 | 0 | Sustainable Sites | Possible Points: 26 |
|----|---|---|--|---------------------|
| Y | N | ? | | |
| Y | | | Prereq 1 Construction Activity Pollution Prevention | |
| 1 | | | Credit 1 Site Selection | 1 |
| 4 | | | Credit 2 Development Density and Community Connectivity | 5 |
| | N | | Credit 3 Brownfield Redevelopment | 1 |
| 3 | | | Credit 4.1 Alternative Transportation—Public Transportation Access | 6 |
| 1 | | | Credit 4.2 Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing Rooms | 1 |
| | N | | Credit 4.3 Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles | 3 |
| | N | | Credit 4.4 Alternative Transportation—Parking Capacity | 2 |
| | N | | Credit 5.1 Site Development—Protect or Restore Habitat | 1 |
| | N | | Credit 5.2 Site Development—Maximize Open Space | 1 |
| 1 | | | Credit 6.1 Stormwater Design—Quantity Control | 1 |
| 1 | | | Credit 6.2 Stormwater Design—Quality Control | 1 |
| 1 | | | Credit 7.1 Heat Island Effect—Non-roof | 1 |
| 1 | | | Credit 7.2 Heat Island Effect—Roof | 1 |
| 1 | | | Credit 8 Light Pollution Reduction | 1 |

Tabla 6.10 Resumen de puntos de Elección del terreno sustentable

7. EFICIENCIA EN AGUA

7.1. Eficiencia en la jardinería: reducción de agua del 50 %.

En este crédito se busca limitar o eliminar el uso de agua potable, u otros recursos hídricos naturales disponibles de agua superficial o subterránea, en o cerca de la parcela del edificio, para riego en los jardines.

Para ello se debe reducir el consumo de agua potable para el riego en un 50% a partir de una referencia calculada a mediados del verano.

Las reducciones se atribuyen a una combinación de los siguientes elementos:

- Factor de especies de las plantas
- Eficiencia de riego
- Uso de agua de lluvia recogida
- Uso de aguas residuales recicladas
- El uso de agua tratada y transportada por una agencia pública específicamente para usos no potables

La intención de este crédito es el de crear un paisaje que maximice el uso de los recursos naturales en el lugar, limitado o eliminando el uso de agua potable para el riego. Este objetivo puede lograrse mediante la correcta selección de plantas nativas o adaptadas que requieren poco o nada de riego después de su instalación inicial. También se puede obtener mediante el uso de equipos de alta eficiencia de riego, capturado el agua de lluvia, reciclados de aguas grises o aguas residuales tratadas para reducir el consumo de agua potable. Muchas veces, es conveniente utilizar una combinación de estas estrategias para reducir la demanda primaria de agua potable y satisfacer la demanda de riego de la manera más sostenible.

El uso de plantas nativas o adaptadas es un método excelente, porque la conservación del agua es incorporada y no dependen de equipos de alta tecnología y los controles. En algunos climas, es posible eliminar la necesidad de riego permanente con esta estrategia.

En otros climas, las necesidades de riego se pueden reducir en un 50% o más en comparación a los jardines en edificios convencionales, simplemente por la selección de las plantas.

Se deberá realizar un análisis del suelo y del clima para determinar la vegetación apropiada y diseñar la jardinería con plantas autóctonas o adaptadas para reducir o eliminar las necesidades de riego. Donde el riego sea necesario, se deben usar equipos de alta eficiencia y/o controladores automáticos en función del clima.

Además, para minimizar el consumo de agua potable para riego se deben: diseñar los jardines con plantas tolerantes al clima que puedan sobrevivir con cantidades mínimas de lluvias naturales después de la instalación inicial; nivelar la tierra para dirigir el escurrimiento del agua de lluvia a través del sitio para dar a la vegetación un suministro adicional de agua; minimizar la cantidad de área del sitio cubierto de césped; y usar técnicas de acolchado o mulching (cubierta protectora que se extiende sobre el suelo, principalmente para modificar los efectos del clima local), alternativas de poda y de compostaje para mantener la salud de las plantas. Estas prácticas ayudan a conservar el agua y crear las condiciones óptimas del suelo.

Recomendaciones principales para el diseño del jardín:

1. Planificación y Diseño

- Desarrollar un mapa del sitio que muestre las estructuras existentes o proyectadas, la topografía, la orientación, la exposición al sol y el viento, el uso del espacio y de la vegetación existente.
- Realizar un esquema de los perfiles de sombra de las zonas de paisaje para cada temporada, con base en medio del día y las condiciones de selección de las plantas dentro de los perfiles.
- Reducir el efecto de isla de calor, proporcionando sombra adecuada de los árboles y edificios, plantar árboles de madera dura para aumentar las sombras como sea necesario.

2. Áreas de césped practicas:

- Plantar césped sólo para los beneficios funcionales, tales como áreas recreativas, zonas de tránsito de peatones, o específicamente para la conservación del suelo.

3. Análisis de suelos y la preparación:

- Analizar el suelo en cada zona.
- Modificar el suelo de adecuadamente

4. Uso adecuado del material vegetal:

- Elegir plantas que se adapten fácilmente al sitio.
 - Considerar el tamaño maduro y la forma adecuadas para la su ubicación y el propósito que tendrá.
 - Considerar sus tasas de crecimiento.
 - Elegir las texturas y los colores se combinen con las plantas y edificios del entorno.
 - No se debe usar una sola especie o una excesiva variedad de especies.
 - Diversificar la selección de las familias de especies para evitar la eliminación por muerte o infestación de plagas.

5. Prácticas de riego eficaz y eficiente:

- Comprobar regularmente los sistemas de riego para un funcionamiento eficiente y eficaz; verificando los programas de riego y la duración sobre una base mensual.
- Usar riego por goteo y sistemas de riego subterráneo donde se pueda, junto con controladores inteligentes de riego en todas partes. Es útil proporcionar una interfaz por computadora para realizar las modificaciones de seguimiento y calendario desde una ubicación central.

- No habrá riego de plantas y césped en los meses de Mayo a Octubre.
- No habrá riego de arbustos de Marzo a Diciembre.

6. El uso de acolchado en los árboles, arbustos y flores:

- Mantener las áreas con una capa de acolchado o mulch para conservar la humedad del suelo y prevenir la pérdida de agua por evaporación de la superficie del suelo, reduciendo la necesidad de riego suplementario durante los períodos de escasas precipitaciones.

Por lo expuesto y en función de ser materiales vegetales autóctonos de Buenos Aires y con pocas necesidades de agua, se elegirán las siguientes especies para el jardín del edificio:

- Árboles: *Acacia caven* (Espinillo) - *Phytolacca dioica* (Ombú) - *Salix humboldtiana* (Sauce criollo)
- Arbustos: *Sesbania virgata* (Acacia café) - *Heteropteris angustifolia* (Mariposa) - *Lantana megapotamica* (Santana) - *Sambucus australis* (Sauco)
- Herbáceas: *Adiantum raddianum* (Culantrillo) - *Salvia guaranitica* (Salvia azul) - *Solidago chilensis* (Vara dorada) - *Iresine difusa* (Pluma) - *Senecio grisebachii* - *Senecio brasiliensis*.
- Trepadoras: *Ipomoea alba* (Dama de noche) - *Araujia angustifolia* (Tasi)

El agua de lluvia recolectada, según los cálculos para meses promedios de lluvia y consumo, se usará en su totalidad para la descarga en inodoros y mingitorios, aunque si en meses de disponibilidad de este recurso renovable y riego permitido, si el mismo excede los consumos de servicios, se podrá utilizar para alimentar el sistema automático de riego subterráneo por goteo con el que contará el proyecto. Más allá de esto el riego por goteo (aplicar el agua lentamente y directamente a las raíces de las plantas), genera un ahorro de consumo de agua de entre el 30% y el 50% comparado con el riego por aspersión, mientras que los sensores de lluvia garantizan que las plantas reciban agua sólo cuando sea necesario.

El uso del sistema de riego automático por goteo para los pocos meses particularmente definidos, junto a la correcta selección de las plantas autóctonas (de bajas necesidades de riego) y el uso, cuando esté disponible, del agua de lluvia recolectada logran en su conjunto reducir notablemente y por debajo del 50% las necesidades de agua potable para riego en comparación con un jardín tradicional.

7.2. Reducción en el consumo de agua: reutilización de aguas residuales

La intención de este punto es reducir la generación de aguas residuales y la demanda de agua potable, mientras se incrementa la recarga de los acuíferos locales.

El USGBC establece 2 opciones para cumplir con este requisito:

- Reducir el 50% del consumo de agua potable que luego termine como agua residual a través del uso de instalaciones conservadoras de la misma (sanitarios y uriniales) y / o usando agua no potable (agua de lluvia captada, aguas grises recicladas, y aguas residuales tratadas in situ o por el municipio).
- O tratar el 50% de las aguas residuales in situ según normas, siendo esta agua tratada infiltrada o utilizada en el lugar.

Las estrategias para el uso del agua dependen de la ubicación del sitio y diseño del mismo. Proyectos ubicados en lugares que no tienen acceso a los servicios municipales de agua potable suelen utilizar pozos de agua subterránea para satisfacer las necesidades de agua potable. Sitios de proyectos con volúmenes de precipitación significativos pueden determinar que la reutilización de estos es más rentable que la creación de instalaciones de tratamiento de aguas pluviales. El uso de agua potable es importante para las aplicaciones de riego y se correlaciona directamente con la cantidad de aguas residuales generadas en el sitio.

Dado la complejidad de tratar el agua residual in situ, se optará por la solución pasiva de reducir el consumo de agua potable a través de las instalaciones y la captación de agua de lluvia.

Los cálculos de disponibilidad de agua de lluvia recolectada para servicios y riego se presentan a continuación:

En la tabla 7.2 se observan los valores climáticos estadísticos e históricos de la ciudad de Buenos Aires:

| Mes | Temperatura (°C) | | | Humedad relativa (%) | Viento medio (km/h) | Número de días con | | | Precipitación (mm) |
|----------|------------------|-------|--------------|----------------------|---------------------|--------------------|---------|---------------|--------------------|
| | Máxima media | Media | Mínima media | | | Despejado | Nublado | Precipitación | |
| Ene | 30,4 | 25,1 | 20,4 | 65 | 11,5 | 11 | 6 | 9 | 121,6 |
| Feb | 28,7 | 23,7 | 19,4 | 70 | 10,8 | 11 | 6 | 9 | 122,6 |
| Mar | 26,4 | 21,4 | 17 | 72 | 10 | 13 | 6 | 9 | 153,9 |
| Abr | 22,7 | 17,7 | 13,7 | 77 | 8,9 | 11 | 6 | 9 | 106,9 |
| May | 19 | 14,3 | 10,3 | 76 | 9 | 9 | 8 | 8 | 92,1 |
| Jun | 15,6 | 11,2 | 7,6 | 79 | 8,4 | 9 | 10 | 6 | 50 |
| Jul | 14,9 | 10,9 | 7,4 | 79 | 9,7 | 10 | 10 | 7 | 52,9 |
| Ago | 17,3 | 12,7 | 8,9 | 74 | 10,3 | 9 | 9 | 8 | 63,2 |
| Sep | 18,9 | 14,2 | 9,9 | 71 | 11,7 | 10 | 8 | 7 | 77,7 |
| Oct | 22,5 | 17,7 | 13 | 69 | 11,5 | 11 | 7 | 10 | 139,3 |
| Nov | 25,3 | 20,6 | 15,9 | 68 | 11,6 | 10 | 7 | 10 | 131,2 |
| Dic | 28,1 | 23,2 | 18,4 | 64 | 11,8 | 10 | 6 | 9 | 103,2 |
| Promedio | 22,5 | 17,7 | 13,5 | 72,0 | 10,4 | 10,3 | 7,4 | 8,4 | 101,2 |

Tabla 7.2 Estadísticas históricas climáticas de la ciudad de Buenos Aires

De esta nos interesan los valores de precipitación en mm y la frecuencia de los mismos. Teniendo en cuenta que el promedio de precipitaciones mensuales es de poco más que 100mm y que llueve cada 3 días aproximadamente, consideraremos que por un tema de dispersión de estos valores y frecuencias tomaremos como potencialmente disponibles el 85% del caudal precipitado, es decir si llueve 2 días seguidos y lo suficiente para llenar el tanque dedicado para recolección (tanque de bombeo) en jardín y el de reserva(ubicado en el último piso del edificio), la lluvia que siga cayendo no podrá ser recolectada.

La superficie parquizada del edificio, determinada por los jardines laterales y el trasero, que son la zona de recolección del nivel de tierra, suman una superficie útil de 4.855m², que agregándole a la de la terraza, totalizan unos 7.980m². Al momento de la construcción de estos jardines se debe colocar por debajo de la tierra fértil una capa impermeable en gradiente que conduzca el agua hacia el tanque de recolección, previo filtrado de la misma. Estimaremos que el agua que retiene esta capa de vegetación y tierra, de aproximadamente 1m de espesor, es del orden del 35% de la efectivamente precipitada.

El agua de lluvia precipitada se mide en mm de agua que se acumulan en una superficie de 1m², siendo el volumen de agua en 1 mm de 1 litro. Es por eso que, luego de los cálculos, la disponibilidad aproximada mensual de agua que tendremos en promedio para el edificio será de unos 446 m³.

El gran esfuerzo que implica recoger y reutilizar todo esta agua de lluvia, serviría de poco si no se racionalizara su consumo, es por eso, que el destino de estos volúmenes será para descarga de inodoros y mingitorios de bajo consumo cuya tecnología será presentada en el siguiente punto riego (ver capítulo 7.3. en página 53).

7.3. Reducción del uso de agua

En este tópico lo que se busca es maximizar la eficiencia en agua en los edificios para reducir la carga de suministro municipal de la misma y los sistemas de aguas residuales. Para lograr esto se deberán emplear estrategias que en su conjunto utilicen con mínimo un 20% (un 30% idealmente) menos de consumo de agua comparado con la referencia calculada para el edificio (sin incluir el consumo para riego) después de cumplir con los requisitos de eficiencia de las instalaciones de plomería. Los cálculos se basan en el uso estimado por parte de los ocupantes e incluirán sólo las siguientes instalaciones: sanitarios, urinarios, canillas de lavabos, ducha y lavaderos de cocina.

Existen muchas posibilidades para reducir el consumo de agua y por consecuencia los costos. Aparte de cambiar los malos hábitos de consumo y el mantenimiento periódico de las instalaciones hidro-sanitarias, se pueden usar un número considerable de soluciones técnicas existentes que conllevan al ahorro de agua sin afectar el confort.

La reducción del consumo de agua juega un papel importante, sí se tiene en cuenta el incremento constante y acelerado de los costos de energía. El mayor consumo de energía con relación al agua, viene dado por el calentamiento del agua de la pileta y la bañera. De ahí que, el ahorro de energía sea económicamente aún más importante que el ahorro de agua.

Los métodos más eficaces para reducir el consumo de agua potable incluyen:

- La recolección del agua de escurrimiento del techo o reutilización de volúmenes de aguas grises para los usos no potables.
- La instalación y mantenimiento de los sensores de descarga automática o los controles de medición.
- La instalación de reductores de flujo y / o aireadores de flujo reducido en el lavabo, lavaderos y accesorios de la ducha.

- La instalación de elementos de bajo consumo, tales como inodoros de doble descarga y urinarios descarga ultra-baja o secos.

Los inodoros de diseño de doble descarga, ver figura 7.3.a, utilizan sólo unos 4,5 o 3 litros por descarga, logrando ahorros de más del 80% con respecto a los diseños tradicionales que utilizan alrededor de 11 litros por descarga. Se instalarán sanitarios de doble descarga que tengan la aprobación estadounidense WaterSense de la EPA.



Figura 7.3.a Sistema de inodoro de doble descarga

Con respecto a los urinales, se propondrá una solución que mediante un sensor de movimiento que accione una válvula solenoide, descargue una cantidad moderada de agua sobre el mingitorio. Ver figura 7.3.b



Figura 7.3.b Sistema de urinales con sensor de movimiento

Cabe destacar que si bien esta es una solución adecuada para reducir los consumos de agua, existen dispositivos que no utilizan agua y que a través de una trampa especial con cartuchos intercambiables luego de cierto número de usos, actúa como un sello para bloquear los malos olores. Esta tecnología reciente si bien es una solución ideal desde el punto de vista del ahorro, es bastante costosa y probó ser poco efectiva con los olores si no se tiene un riguroso mantenimiento. La solución propuesta es satisfactoria puesto que todavía hay en el mercado algunos mingitorios cíclicos del tipo "llenar y volcar" que operan en régimen de 24x7 y pueden perder más de 500.000 litros al año.

Por lo expuesto, teniendo en cuenta una población del edificio equitativa en sexos, calculamos que se podrá reducir el gasto de agua en inodoros y uriniales de unos 40 litros por persona por día, con instalaciones estándar, a solamente 10 litros.

Con estos valores estimamos el consumo mensual de agua del edificio para este rubro en unos 600m³. Si tomamos en cuenta que recuperamos aproximadamente 450m³, el 75% del agua utilizada para descargas, provendrá del cultivo de agua de lluvia.

Comparando este sistema con el de un edificio tradicional sin recupero de escurrería reducimos el consumo de agua potable dulce en unos 2.250m³ al mes, generando un ahorro del 94% de este recurso, es decir usando solamente 150m³ al mes.

En cuanto a lo que respecta a la reducción de los consumos de la red de agua potable (proviene directamente de la red y no del sistema de recolección de agua de lluvia) se utilizaran para el proyecto las siguientes tecnologías:

- Aireadores: Un aireador mezcla aire con el agua que sale, por lo que se percibe la misma sensación de presión, pero ahorrando hasta 70% ó algo más de agua. A través de técnicas especiales se logran chorros de agua con aireadores extremadamente ahorradores, que no se diferencian de los chorros producidos por aireadores convencionales. Estos se utilizaran en las canillas de lavabos y piletas de cocina.
- Duchadores ahorradores: Si bien Niza Tower es un proyecto de oficinas existen vestuarios en el subsuelo del edificio, que no podemos dejar de sumar al ahorro ya que la ducha de aseo es la actividad que más agua insume para la vida cotidiana. Un duchador convencional consume alrededor de 25 litros de agua caliente por minuto. Asimismo un tiempo de duchado de 3 minutos diarios, calculo bastante conservador, significa que en términos promedios se están usando 60 litros de agua potable. Los duchadores ahorradores proporcionan un

bajo consumo de agua y energía basado en un principio especial de la turbulencia. En comparación con los rociadores convencionales ahorran hasta un 50%. Estos tienen como ventajas que el chorro es bien disperso y que los mismos son más resistentes y duraderos.

Todas estas tecnologías logran reducir muy eficientemente los consumos de agua potable comparada con un edificio tradicional, siendo el ahorro total de agua potable del orden del 50%.

7.4. Resumen de puntos de: Eficiencia en agua

Como resultado de las soluciones tecnológicas introducidas para cada uno de los puntos, podremos aproximarnos a concluir que por este contenido se obtendrán, luego de la evaluación de agente certificador, unos 8 puntos de los 40 necesarios para la certificación y que sumado a los de la “Elección y diseño del terreno” aproximan unos 22 puntos sobre la escala.

El proyecto hace bastante hincapié en la conservación del agua, ya que la misma apunta a conseguir 8 puntos sobre 10 posibles para el tema. La tabla 7.4 contiene el detalle de los requisitos presentados en este contenido:

| 8 | 0 | 0 | Water Efficiency | | Possible Points: 10 |
|---|---|---|------------------|---|---------------------|
| Y | | | Prereq 1 | Water Use Reduction—20% Reduction | |
| 2 | | | Credit 1 | Water Efficient Landscaping | 2 to 4 |
| | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Reduce by 50% | 2 |
| | | | | <input type="checkbox"/> No Potable Water Use or Irrigation | 4 |
| 2 | | | Credit 2 | Innovative Wastewater Technologies | 2 |
| 4 | | | Credit 3 | Water Use Reduction | 2 to 4 |
| | | | | <input type="checkbox"/> Reduce by 30% | 2 |
| | | | | <input type="checkbox"/> Reduce by 35% | 3 |
| | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Reduce by 40% | 4 |

Tabla 7.4 Resumen de puntos de Eficiencia en agua

8. ENERGÍA Y ATMOSFERA

Este es el tema quizás más importante y efectivo para la minimización de los efectos nocivos de una construcción sobre el medio ambiente. Además de ser el que más puntaje otorga en la certificación LEED (35 puntos posibles), un edificio sin consideraciones de ahorro energético será una fuente continua de contaminación durante toda su vida útil. Es por eso que las soluciones aquí presentadas son de vital importancia para el proyecto del edificio sustentable en cuestión.

8.1. Puesta en marcha de los principales sistemas de energía del edificio

El objetivo de este prerrequisito es verificar, al momento de la finalización de la obra, que los sistemas del edificio relacionados con la energía se han instalado, calibrado y tienen la eficiencia adecuada según los requisitos que necesita el proyecto para el edificio, sus bases y los documentos de construcción.

Los beneficios de la puesta en marcha incluyen el uso reducido de energía, menores costos de operación, disminución de las llamadas para cumplir el período de garantía al contratista, mejor documentación del edificio, mejora de la productividad de los ocupantes, y verificación de que los sistemas tienen la eficiencia adecuada según los requisitos del propietario para el edificio.

El equipo completará las siguientes actividades del proceso de puesta en marcha, de acuerdo con la Guía de Referencia LEED-NC.

- Designar una persona como Autoridad de Recepción (AxR) para dirigir, revisar y supervisar la finalización de las actividades del proceso de puesta en marcha.
 - La AxR documentará que tiene experiencia como autoridad de recepción en al menos dos proyectos de edificios.
 - La persona que trabaje como AxR será independiente de la redacción del proyecto y de la gestión de la construcción (Project/Construction Management), aunque pueden ser empleados de las firmas que proporcionan dichos servicios pero que no trabajan para el propietario en otros proyectos o en el objeto de certificación. La AxR puede ser un empleado o consultor cualificado del Propietario.

- La AxR informará de los resultados, averiguaciones y recomendaciones directamente al propietario.
- Para proyectos menores de 4.500 m² brutos, la AxR puede incluir personas calificadas en los equipos de proyecto o construcción que tengan la experiencia requerida.
- El propietario documentará sus Requisitos de Proyecto del Propietario (RPP). El equipo de proyecto desarrollará las Bases del Diseño (BDD). La AxR revisará estos documentos para conseguir que sean claros y completos. El Propietario y el equipo de proyecto serán responsables de las actualizaciones de sus respectivos documentos.
- Desarrollar e incorporar los requisitos de la puesta en marcha en los documentos de construcción
- Desarrollar e implantar un plan de puesta en marcha.
- Verificar la instalación y la eficiencia de los sistemas para que puedan ser recibidos adecuadamente.
- Completar un informe resumen de puesta en marcha.

Las actividades del proceso de puesta en marcha se completarán, como mínimo, para los siguientes sistemas relacionados con la energía:

- Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración (CVAC&R) (mecánicos y pasivos) y sus controles asociados
- Controles de iluminación y luz natural
- Sistemas de agua caliente sanitaria
- Sistemas de energía renovable (eólica, solar, etc.)

8.2. Máxima eficiencia energética

El propósito es establecer el máximo nivel de eficiencia energética para los sistemas y el edificio propuesto. Para esto se deberá diseñar el proyecto del edificio para cumplir las cláusulas específicas de eficiencia energética de las Normas ASHRAE/IESNA que deben asegurarse para estar alineados con este prerrequisito.

Esas normas sientan las bases para el diseño de la envolvente del edificio, el sistema de calefacción y refrigeración del mismo, la iluminación y otros sistemas de manera de lograr maximizar la eficiencia energética. El Manual del Usuario de ASHRAE 90.1-2007 contiene hojas de trabajo que se pueden utilizar para documentar el cumplimiento de este prerrequisito. Para edificios que persigan la obtención de puntos según el Crédito de “Optimización de la eficiencia energética”, se puede usar un modelo de simulación por computadora para confirmar la satisfacción de este prerrequisito. Justamente en ese crédito mencionado es donde se presentará la solución técnica adecuada para la maximización de la eficiencia energética, este prerrequisito simplemente establece el marco teórico y normativo sobre el cual trabajar a través de las normas ASHRAE 90.1-2007 (ver capítulo 8.4. en página 61).

8.3. Gestión de los refrigerantes principales

Este crédito busca contribuir a la reducción en el agotamiento de la capa de ozono, mediante la no utilización de refrigerantes con CFC (clorofluorocarbonos) en los nuevos sistemas básicos de CVAC (equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado) del edificio.

Los CFC son una familia de gases que se emplean en múltiples aplicaciones, siendo las principales la industria de la refrigeración y de propelentes de aerosoles. Están también presentes en aislantes térmicos. Los CFC poseen una capacidad de supervivencia en la atmósfera, de 50 a 100 años. Con el correr de los años alcanzan la estratosfera donde son disociados por la radiación ultravioleta, liberando el cloro de su composición y dando comienzo al proceso de destrucción del ozono. Ver figura 8.3.

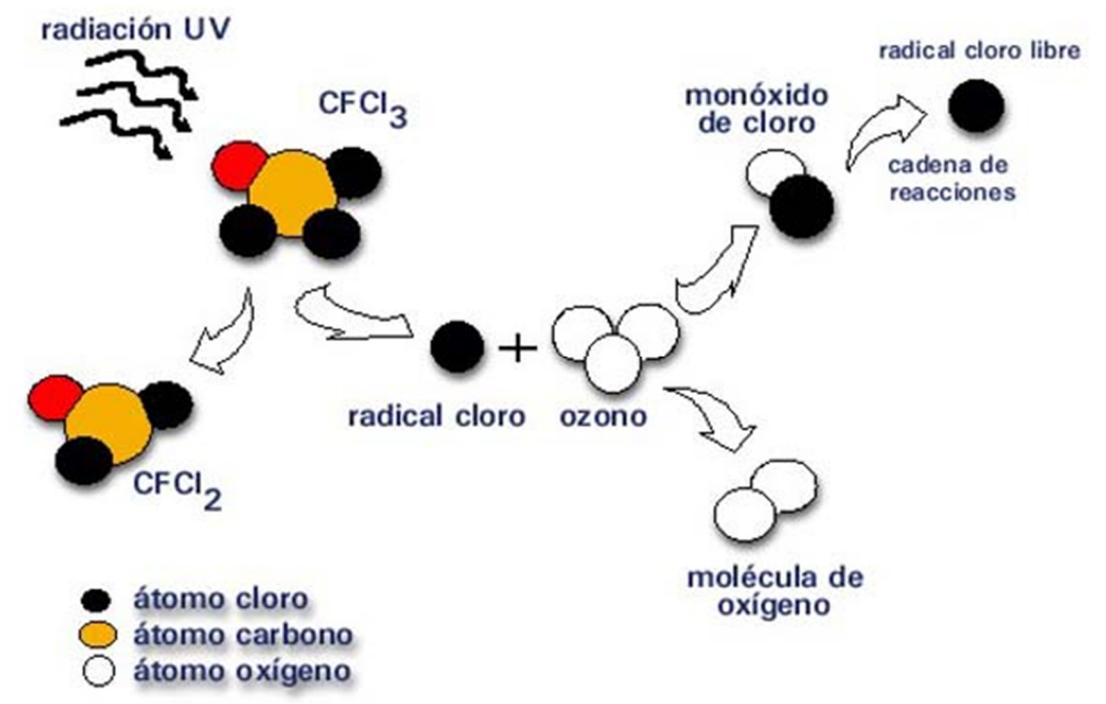


Figura 8.3 Proceso de disociación del Ozono

Si se tratase de una modificación de un edificio existente con un sistema de CVAC que esté utilizando CFC como refrigerantes, las soluciones tecnológicas para su reemplazo y cumplimiento con este prerrequisito son múltiples y complejas, pero dado que el caso del proyecto en cuestión la construcción es nueva, la solución satisfactoria pasara por adquirir equipos nuevos con tecnologías libres de CFC.

La sustitución de los fluidos empleados en sistemas de aire acondicionado y frigoríficos es difícil y existen muchas alternativas en perspectiva. Una de ellas es la aplicación de sustancias, ya utilizadas en el pasado para estos fines, como el amoníaco y los hidrocarburos. Sin embargo, su desarrollo se ha visto frenado por los problemas de corrosión del amoníaco y de inflamabilidad de los hidrocarburos.

En los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo para encontrar alternativas a los CFCs, dentro de ellas, las más estudiadas han sido los hidroclorofluorcarbonos (HCFC) e hidrofluorcarbonos (HFC). Estas moléculas contienen, unidos a los átomos de carbono, átomos de hidrógeno, cloro y/o flúor. Los radicales hidroxilo, presentes en la troposfera, degradan con facilidad los enlaces C-H de estos compuestos. El CHF_2Cl (HCFC-22) es un refrigerante que puede sustituir al CCl_2F_2 (CFC-12) en los compresores de sistemas de aire acondicionados y frigoríficos domésticos.

Existen en la actualidad sistemas de aire acondicionado que no requieren compresor. Estos se basan en la combinación de un sistema de refrigeración por evaporación y un

dsecante para secar el aire frío. En el crédito precedente se presentara la solución tecnológica satisfactoria para este prerrequisito (ver capítulo 8.4. en página 61).

8.4. Optimización de la eficiencia energética

El propósito de este punto, uno de los más importante para el cumplimiento del objetivo del trabajo de minimizar los efectos sobre el medio ambiente, es conseguir un incremento en los niveles de eficiencia energética por encima de la referencia de la norma ASHRAE/IESNA presentada en el prerrequisito “Máxima eficiencia energética”, para reducir los impactos económicos y medioambientales asociados con un uso excesivo de la energía.

La manera de certificar que existe una efectiva optimización de la eficiencia energética, es demostrando una mejora en el porcentaje de la tasa de eficiencia propuesta para el edificio en comparación con la referencia de la tasa de eficiencia del edificio, dada por la Norma ASHRAE/IESNA 90.1-2007 (sin enmiendas) a través de una simulación completa del proyecto del edificio usando el Método de Tasa de Eficiencia del Edificio del Apéndice G de la Norma citada. El porcentaje mínimo de ahorro en costos de energía para cada umbral de puntos, para una proyecto de una nueva construcción, va desde un 12% (1 punto) a más del 48% de ahorro (19 puntos).

El Apéndice G de la Norma 90.1-2007 requiere que el análisis de energía hecho para el Método de Tasación de la Eficiencia Energética incluya todos los costos energéticos propios y asociados con el proyecto del edificio. Para conseguir puntos usando este crédito, el diseño propuesto se deberá:

- Cumplir las cláusulas obligatorias (Secciones 5.4, 6.4, 7.4, 8.4, 9.4 y 10.4) de la Norma 90.1-2007.
- Incluir todos los costos energéticos propios y asociados con el proyecto del edificio
- Este debe ser comparado con el edificio de referencia que cumpla la Norma 90.1-2007 del Apéndice G. Los costos energéticos por defecto del proceso son el 25% de los costos totales de la energía del edificio de referencia.

Para el propósito de este análisis, se considera que la energía de los procesos incluye, pero no se limita solamente a, oficinas y equipos diversos en general, computadoras,

ascensores y escaleras mecánicas, cocinas, cámaras frigoríficas, lavanderías, iluminación con excepción a los sistemas generales (ej. la iluminación integral de un equipo médico) y otros (ej. bombas de una fuente). La energía regulada incluye iluminación (interior, estacionamientos subterráneos, estacionamientos en superficie, fachada o zona exterior del edificio, excepto lo incluido más arriba), CVAC (calentamiento de los espacios, refrigeración de los espacios, enfriamiento, ventiladores, bombas, ventilación de estacionamientos subterráneos, campanas de extracción de cocinas, etc.), y agua caliente para calefacción y uso sanitario.

Las estrategias y potenciales tecnologías para desarrollar este crédito podrán ser las siguientes:

- Diseñar la envolvente del edificio y los sistemas para maximizar la eficiencia energética.
- Usar un modelo de simulación por computadora para valorar la eficiencia energética e identificar las medidas más eficaces en costo.
- Cuantificar la eficiencia energética en comparación con un edificio de referencia.

La mejor manera de cumplir con este punto es mediante la modelación por computadora del proyecto en cuestión para un edificio de referencia, o de "Línea de Base", el cual será íntegramente recreado con tecnologías estándares actuales para este tipo de construcción de oficinas. Sobre este modelo de referencia se sugerirán diferentes alternativas tecnológicas y constructivas sustentables y se simularán comparando el resultado con el del modelo de línea de base, corroborando la eficiencia energética de las propuestas para el proyecto.

El proceso de simulación comienza mediante el desarrollo de un "modelo" del edificio sobre la base de los planes de construcción y especificaciones estándares. Una línea de base del modelo de construcción que supone un nivel mínimo de eficiencia (por ejemplo, mínimamente compatible con ASHRAE 90.1) se desarrollara para proporcionar la base desde la cual se estima el ahorro de energía. El análisis de las alternativas se producen realizando cambios en el modelo que corresponden a medidas de eficiencia que se podrían implementar en el edificio. Estos análisis de las alternativas resultan en una medición en el consumo de servicios públicos anuales y en la eficiencia, cuya información se puede utilizar para determinar los puntos de repago de

las mejoras, el costo del ciclo de vida, etc. para una mejora determinada o una combinación de alternativas.

El programa que se utilizará para el modelado energético del proyecto es el eQUEST, que es la reversión del DOE-2, el más reconocido y respetado programa de análisis energético de edificios en uso hoy en día. Aunque DOE-2 fue lanzado por primera vez a finales de 1970, se utilizó como punto de partida de herramienta temprana de simulación, y cuyo desarrollo fue financiado por ASHRAE, la NASA, del Servicio Postal de los EE.UU. y las industrias de electricidad y gas. A través de esta larga historia, y de colaboración, el DOE-2 ha sido ampliamente revisado y validado en el dominio público. El motor de simulación en eQUEST se deriva de la versión oficial más reciente del DOE-2, expandiendo sus capacidades de varias maneras importantes, incluyendo: operación interactiva, dinámica / inteligente por defecto, actualizaciones de la más reciente tecnología constructiva, y en numerosas mejoras en la interface al DOE-2 que históricamente han limitado su uso exclusivamente a diseñadores y profesionales del rubro.

eQUEST calcula el consumo de energía del edificio hora a hora durante todo un año (8760 horas) a partir de datos conocidos por hora del tiempo para la ubicación en cuestión del proyecto. La entrada al programa consta de una descripción detallada del edificio que se analiza, incluyendo la programación horaria de los ocupantes, equipo de iluminación, la configuración del termostato, etc. El programa proporciona una simulación muy precisa de las características de construcción, tales como el sombreado, áreas de ventanas, la masa interior del edificio, la masa de la envolvente del edificio, y la respuesta dinámica de la calefacción y diferentes tipos de aire acondicionado y controles del sistema que se generan. Este también contiene un modelo dinámico de la luz del día para evaluar el efecto de la luz natural en las demandas de calefacción y el alumbrado.

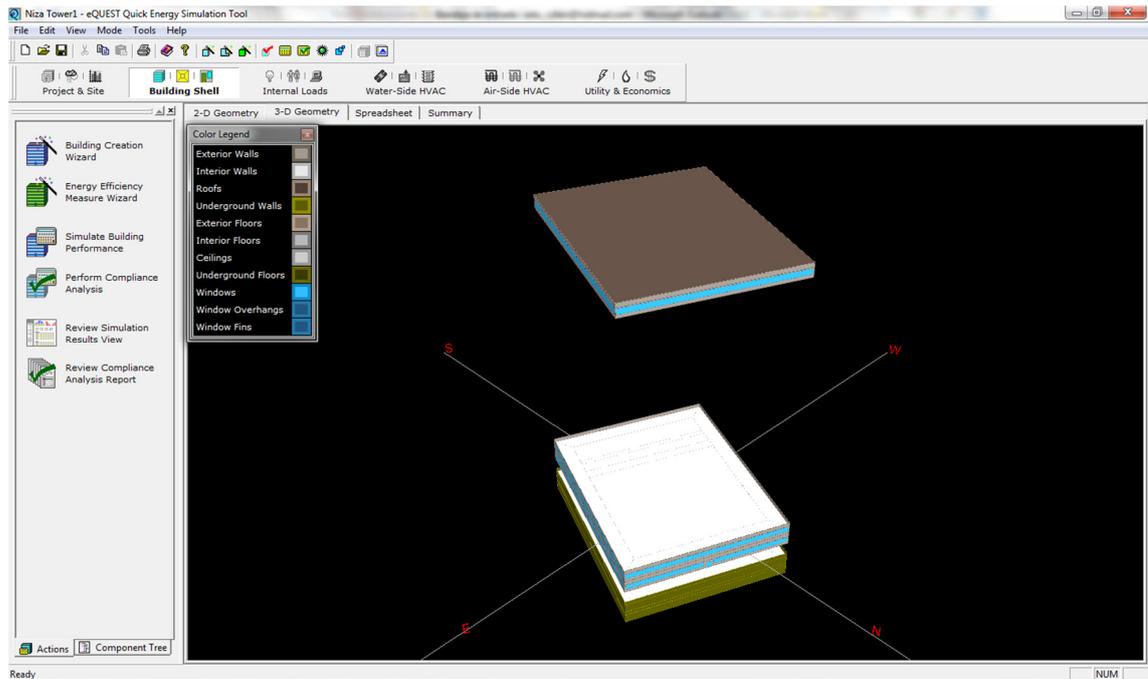


Figura 8.4.a Simulación de Niza Tower en eQUEST

El método de calificación del desempeño del proyecto requiere el desarrollo de un modelo energético para el diseño propuesto, que luego se utilizará como base para generar el modelo de referencia. A medida que el diseño progresa, las actualizaciones hechas al modelo propuesto (por ejemplo, cambios en la orientación del edificio, área de las paredes, área de ventanas, espacios funcionales, tipo de sistema de CVAV, el tamaño y potencia del sistema CVAC, etc.) también debería reflejarse en el de referencia de diseño de energía según lo dictado por el Apéndice G de la norma en ASHRAE.

Una vez en el programa eQUEST, lo primero que se modeló, fue el sistema de línea de base según las especificaciones mínimas de eficiencia necesarias de acuerdo con las normas ASHRAE, sirviendo este modelo como la estructura de base para simular las mejoras alineadas con el objetivo del proyecto. El mismo luego de la simulación presento el siguiente esquema de consumo energético para cada rubro, según la figura 8.4.b.

Project/Run: Niza Tower - Baseline Design Run Date/Time: 02/23/11 @ 18:35

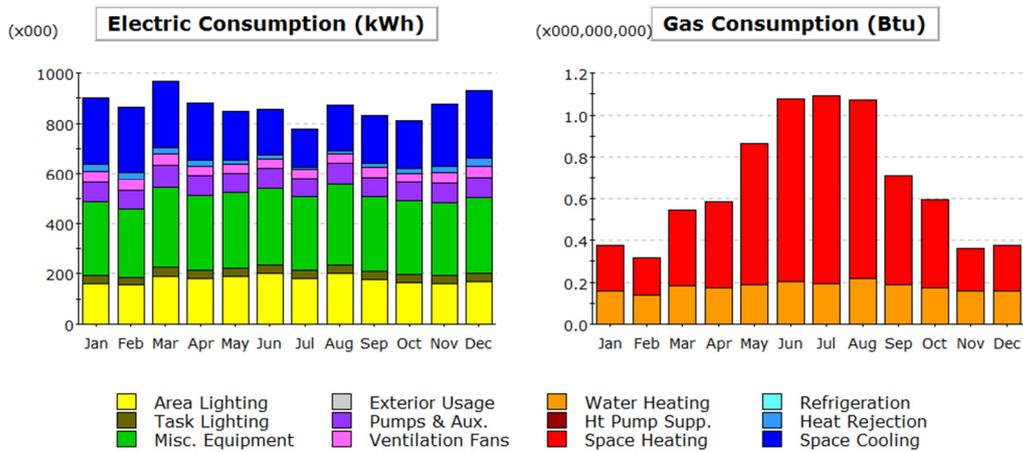


Figura 8.4.b Consumo energético del proyecto de línea de base

Luego de crear el diseño de línea de base, lo primero que se quiere determinar es cuál es el sistema de refrigeración y calefacción más eficiente para las condiciones de este proyecto, para lo cual se deberán presentar y modelar alternativas a la tecnología estándar con la cual se generó el modelo de referencia. El modelo de CVAC de línea de base es una combinación de tecnologías de que utilizan radiadores de frío y calor o serpentinas que trabajan con agua helada (Chilled Water coils en inglés) e hirviendo (Hot Water coils) a través de un sistema de volumen de aire variable (VAV por sus siglas en Inglés) y un ventilador de conducto único como sistema de distribución que abastecen a varias zonas del edificio. Para la refrigeración de estos aparatos, los líquidos comúnmente utilizados son el agua, una solución de agua-glicol, o cualquier otro refrigerante orgánico es deseable, esta solución se provee de un refrigerador que puede potencialmente estar situado lejos del sistema, aunque el refrigerante debe provenir de una unidad de condensación cercana. Para los radiadores de calefacción, agua caliente y vapor, son los más comunes de encontrar. Este líquido calentado es suministrado por calderas que son alimentadas a gas.

A esta tecnología del sistema de base se le presentaran 3 alternativas de refrigeración y calefacción para el sistema de ACVC a modelar, alineados con la norma ASHRAE 90.1 apéndice G, en función de determinar cuál es la que revierte un mejor desempeño energético (combustible y eléctrico). Estas son:

- Radiadores de agua helada (Chilled Water coils) sin capacidad de calefacción central para refrigeración al igual del sistema de base y un sistema de calefacción eléctrica, instalado en la losa, comúnmente conocido como suelo

radiante. El mismo incluye un sistema de volumen variable, un ventilador de conducto y un sistema de distribución que abastece a varias zonas para la refrigeración. Cada zona cuenta con su propio termostato que regula ambos sistemas.

- Intercambiadores de calor de expansión directa (DX coils) para la parte de refrigeración y un sistema de bombas de calor para la calefacción, que utiliza el aire exterior como fuente de calor o sumidero de calor. Un sistema de compresor, el condensador y sistema refrigerante se utiliza para absorber calor en un lugar y soltarlo en otro.
- Intercambiadores de calor de expansión directa (DX coils) para la parte de refrigeración y un sistema de calefacción de suelo radiante.

Los resultados de la simulación del proyecto en eQUEST de los consumos de gas y electricidad que arrojó la simulación se presentan las figuras 8.4.c y 8.4.d.

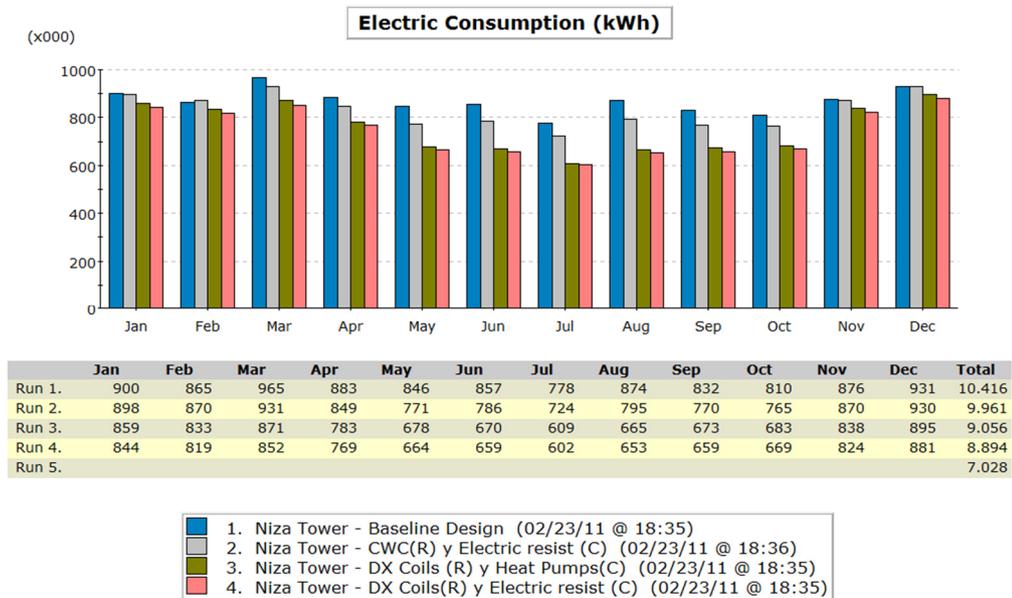


Figura 8.4.c Consumo eléctrico para los diferentes sistemas de ACVC

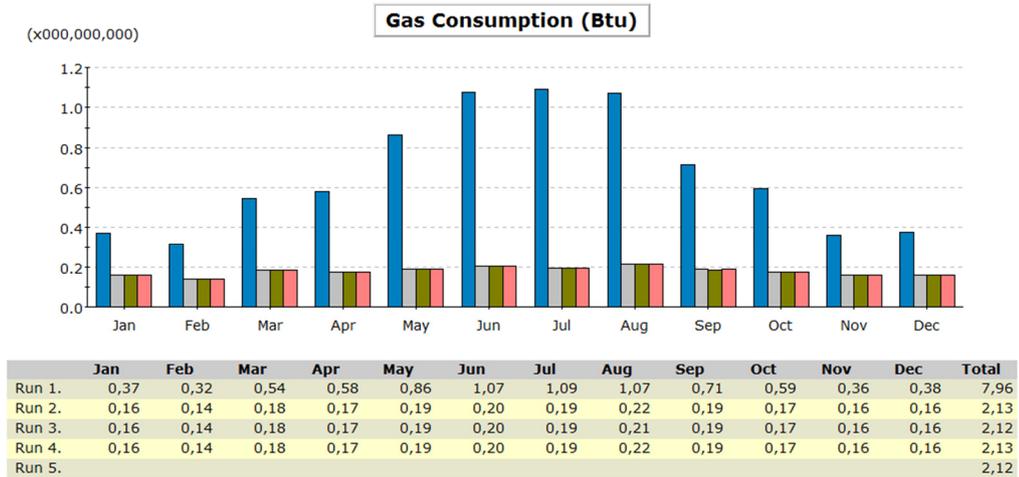


Figura 8.4.d Consumo de gas para los diferentes sistemas de ACVC

De esta manera la solución técnica más eficiente, que consume menos energía eléctrica y gas natural, es el sistema de intercambiadores de calor de expansión directa (DX coils) para la parte de refrigeración y un sistema de calefacción a través de resistencias eléctricas.

En el sistema de refrigeración por expansión directa, el evaporador está en contacto directo con la corriente de aire, por lo que el serpentín de enfriamiento del circuito la zona de trabajo es también el evaporador del circuito de refrigeración. El término "directo" se refiere a la posición del evaporador con respecto a la realimentación de aire. El término "expansión" se refiere al método utilizado para introducir el refrigerante en el serpentín de enfriamiento. El refrigerante líquido pasa a través de un dispositivo de expansión (por lo general una válvula), justo antes de entrar en el serpentín de enfriamiento (evaporador). Este dispositivo de expansión reduce la presión y la temperatura del refrigerante hasta el punto donde es más frío que el aire que pasa a través del serpentín. Por otra parte, los componentes del circuito de refrigeración se pueden separar, lo que permite una mayor flexibilidad en el diseño del sistema, lo cual tiene la ventaja de proporcionar al ingeniero de diseño del sistema una gran flexibilidad.

El evaporador enfría directamente la cámara, bien porque está instalado en su interior o en un local anexo y la descarga del aire se realiza a través de un conducto que dispone de unas rejillas para la salida del aire. De esta forma se consigue una distribución uniforme del aire de impulsión. El retorno del aire en este caso también es conducido por otro conducto hacia el evaporador, ver figura 8.4.e.

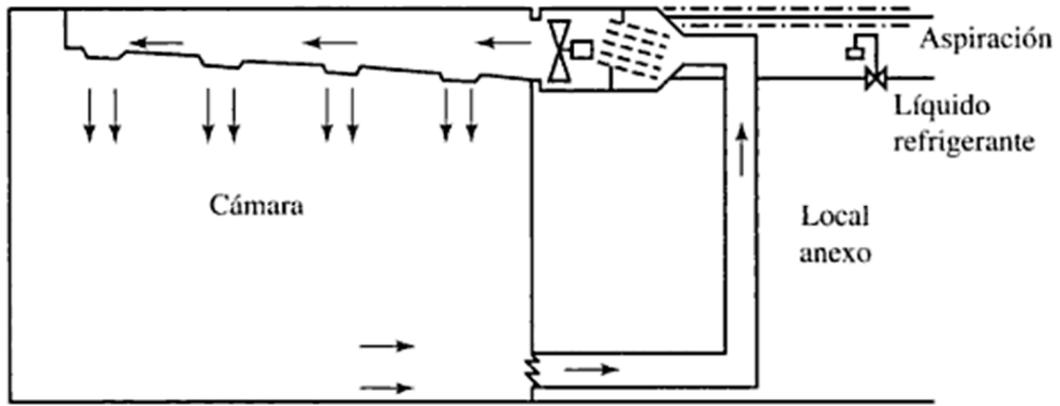


Figura 8.4.e Sistema de refrigeración de expansión directa

La refrigeración está regulada por un sistema central de volumen de aire variable (VAV), que modifica las temperaturas interiores de cada ambiente mediante la regulación de los caudales de aire que ingresa según la indicación del termostato. Ver figura 8.4.f.

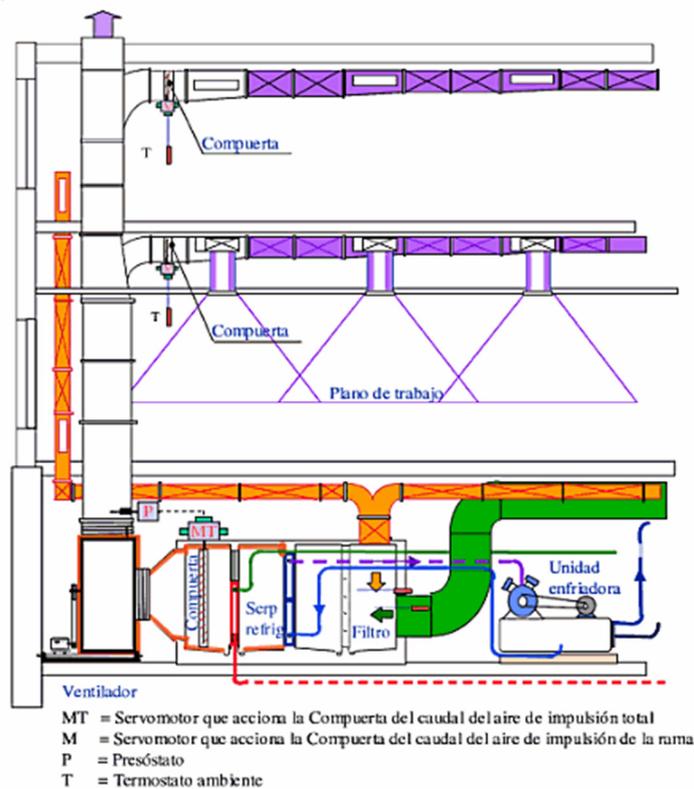


Figura 8.4.f Sistema central de volumen de aire variable (VAV)

Por otra parte el sistema de calefacción eléctrica, que es simplemente una resistencia eléctrica, y trabaja en el principio de calentamiento Joule: una corriente eléctrica a través de una resistencia convierte la energía eléctrica en energía térmica. Estos

sistemas se denominan de calefacción radiante y se alimentan directamente de la toma eléctrica. Cuando este sistema se enciende, la corriente fluye por un conductor de material de calefacción. Los sistemas de “alta tensión” trabajan con tensiones de 230 V, siendo esta, mediante la resistencia, convertida en flujos de corriente a través del cable de calefacción, también llamado “cable caliente”. El material calentado, a continuación calienta el suelo hasta llegar a la temperatura adecuada establecida por el usuario a través del termostato. El suelo entonces calienta el aire adyacente, que circula, calefaccionando el ambiente y otros objetos en la habitación (muebles, gente, etc.) por convección. A medida que sube, el aire calentará la habitación y todo su contenido hasta el techo. Esta forma de calefacción, da la temperatura ambiente desde el suelo hasta el techo, siendo la más uniforme en comparación con cualquier otro sistema.

Esta combinación de tecnologías de refrigeración y calefacción logran reducir, según la simulación, el consumo eléctrico en un 14,6% y el consumo de gas en un 73,2% comparación con la modelación de base. Estas tecnologías más eficientes, lograron reducir importantemente el consumo de gas, remplazándolo por consumo eléctrico del sistema de calefacción, mientras que el de refrigeración es mucho más eficiente en términos de rendimiento, lo que finalmente resulta en una mejora en el consumo del recurso en el porcentaje citado.

La segunda modelación realizada del proyecto, en línea con las normas ASHRAE, consiste en establecer puntos de seteo automáticos de temperatura confortables para el trabajo en los sistemas de calefacción y refrigeración de manera de evitar consumos innecesarios en el rubro. Además se programaran tiempos de apagado y encendido automáticas en función de los horarios habituales de trabajo. Estos sistemas tienen la posibilidad de modificarse y reprogramarse por los usuarios en función de las necesidades de los mismos, pero siempre volviendo y respetando la eficiencia para el cual el sistema fue diseñado. Las temperaturas de seteo para la refrigeración se determinaron en 24°C para cuando el edificio está habitado y de 26,5°C para cuando esta deshabitado; mientras que para la calefacción el punto de equilibrio del sistema en 21°C para los días de semana en horario laboral y 18°C fuera de estos. Estos sistemas se encenderán y apagarán 1 hora antes y después de los momentos habituales de ocupación. Esta acción de regulación de las temperaturas, según la modelación logra una reducción en el consumo energético del orden del 3% en comparación con el modelo de línea de base.

La tercera variable de modelación a testear en el proyecto está relacionada con la optimización energética de los equipos y máquinas de oficina, así como la minimización de los consumos en iluminación interior y exterior según los parámetros de diseño establecidos en el crédito “Reducción de la contaminación lumínica” (ver capítulo 6.9. en página 44). Se facilitará a los propietarios de las oficinas la posibilidad de adquirir

máquinas y equipos de oficina de bajo consumo a través de convenios con proveedores de insumos de oficina sustentables.

En lo que respecta a la conciencia de la gente sobre la importancia de la energía, la operación diaria habitual que se hace en la vivienda puede conllevar a un ahorro considerable de energía si se cambian las actitudes y se es consciente del consumo real y el necesario. En la mayoría de los casos basta con la elección de un maquina o electrodoméstico de bajo consumo, o de una racionalización del consumo de la calefacción, del aire acondicionado y del agua caliente, por lo que así mismo, el edificio promocionará su condición de “sustentable” y la certificación con la que contará, en los espacios comunes del mismo, con mensajes sobre el uso responsable de la energía, agua, diferentes recursos y la basura entre otras cosas.

Todas estas acciones generaran una respuesta en los usuarios del edificio y propietarios del edificio que bajarán la carga de consumo de la red eléctrica con respecto a usos habituales, que sumados a los bajos requerimientos del sistema de iluminación generarán un ahorro resultante de la simulación del orden del 13%, según las suposiciones tomadas.

Finalmente para seguir contribuyendo con la minimización de los consumos energéticos, se hará hincapié en reducir los consumos de calefacción y refrigeración a través del rediseño de la envolvente del edificio, terraza, losas y ventanas, es decir modificando la componente de aislación entre el edificio y el exterior.

La envolvente del edificio es la separación entre el interior y el entorno exterior de un edificio. Además, ésta es utilizada para proteger el interior así como para facilitar su control climático. El diseño de la envolvente de un edificio debe cumplir con cuatro requisitos principales de desempeño: la integridad estructural, el control de humedad, el control de temperatura y el control de las fronteras de presión de aire.

El control de aire incluye el movimiento del aire a través de los componentes de la envolvente del edificio (intersticial), así como dentro y fuera del espacio interior. Los componentes físicos del sistema son: cimientos, techos, paredes, puertas y ventanas. Los elementos sobre los cuales trabajar son: el rendimiento, la compatibilidad de materiales, el proceso de fabricación y los detalles. Sus conexiones e interacciones son los principales factores que determinan la eficacia y la durabilidad del sistema de cierre del edificio.

Es imprescindible la aplicación de un adecuado aislamiento térmico y la mejora en la hermeticidad de los edificios, dado que ello implica equipos más pequeños con menor consumo energético durante toda la vida útil. Los proyectos deben realizarse en función de la característica de la instalación y estructurados de manera coherente, debiéndose efectuar un balance energético con un análisis económico para definir la solución más conveniente.

La modelización tendrá en cuenta el impacto del techo verde sobre el edificio, cuya presencia reduce la carga térmica del edificio como se presentó en el crédito de “Efecto Isla de Calor: Techo” (ver capítulo 6.8. en página 40). Existen numerosos tipos de aislantes que se utilizan para paredes exteriores, pero particularmente se ha escogido para este proyecto una espuma de Poliuretano de alta densidad de 2” de espesor, que cuenta con un coeficiente R de absorción térmica de 12 y brinda unas excelentes propiedades aislantes a la estructura. A su vez para las ventanas se escogió un sistema de doble vidriado hermético que además de brindar excelentes propiedades aislantes térmicas, también funciona excelentemente como filtro acústico, generando una excelente insonorización. La función principal de este doble vidriado hermético es aumentar el aislamiento térmico a la superficie vidriada. Dicha propiedad es función de la capacidad aislante de la cámara de aire quieto y seco que queda encerrado entre dos vidrios. El sistema, como se puede ver en la figura 8.4.g, está formado por vidrio exterior, cámara de aire quieto y seco, y otro vidrio interior:

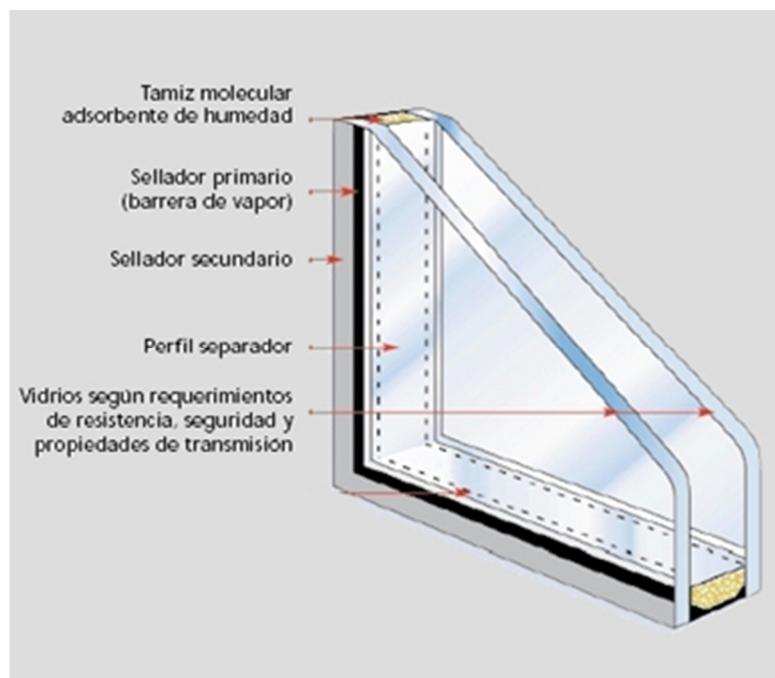


Figura 8.4.g Doble vidriado hermético

Todas estas modificaciones en la envolvente del edificio generaron según la modelación, alineadas con las otras modificaciones sobre el edificio de línea de base, un ahorro del orden del 6,3%.

También se hicieron modelaciones sobre la orientación espacial del edificio, que no arrojaron significativas diferencias, en el ahorro energético, con respecto a la orientación de base del proyecto (Nor-Nor-Este), ya que las 4 caras de la envolvente exterior son similares, presentando el edificio una simetría importante.

Los resultados de las simulaciones realizadas sobre las alternativas constructivas presentadas, generaron un ahorro eléctrico total anual del orden del 32,5%. A continuación se presentan los resultados gráficos y numéricos de los consumos para las simulaciones realizada según los cambios propuestos en las figuras 8.4.h, 8.4.i y 8.4.j.

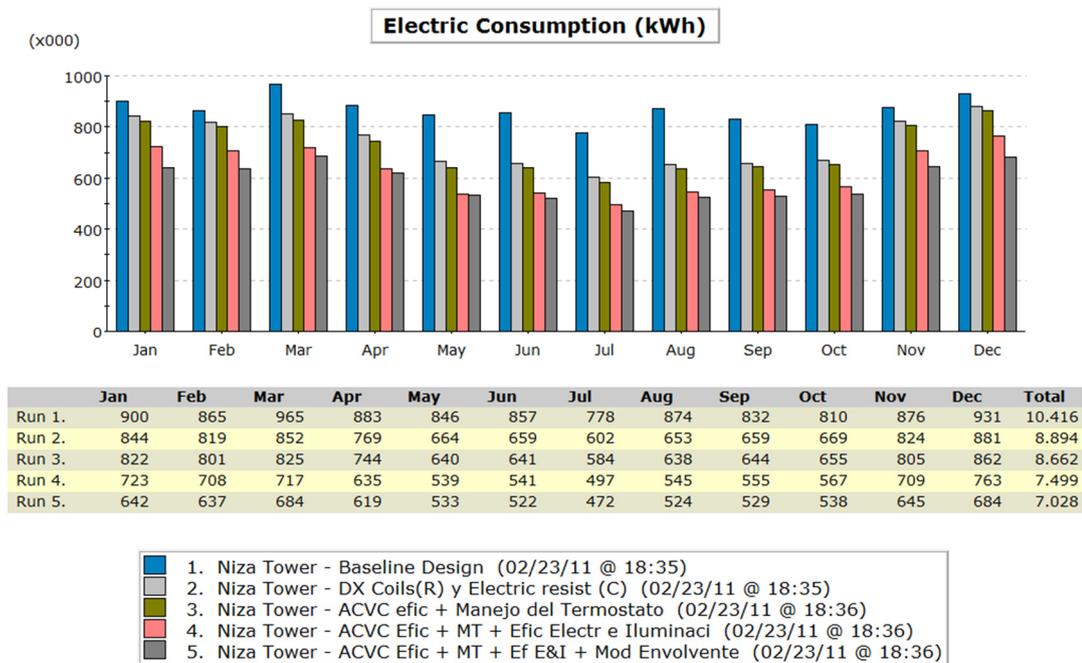


Figura 8.4.h Consumo eléctrico por mes para las diferentes modelaciones.

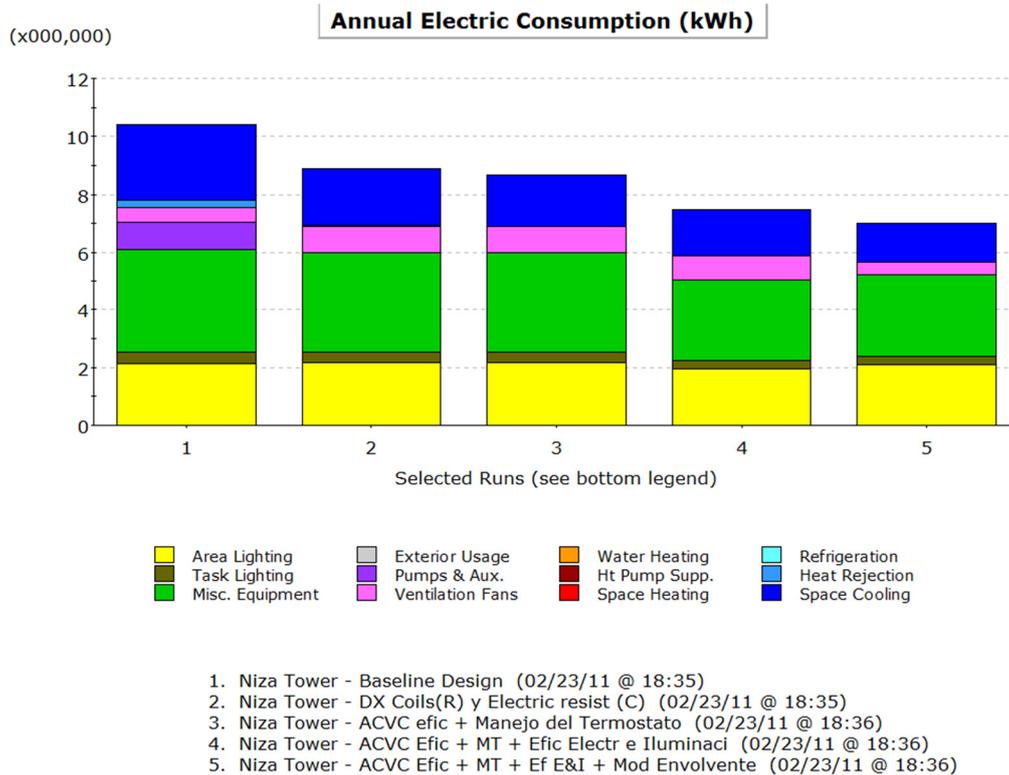


Figura 8.4.i Consumo eléctrico por rubro para las diferentes modelaciones.

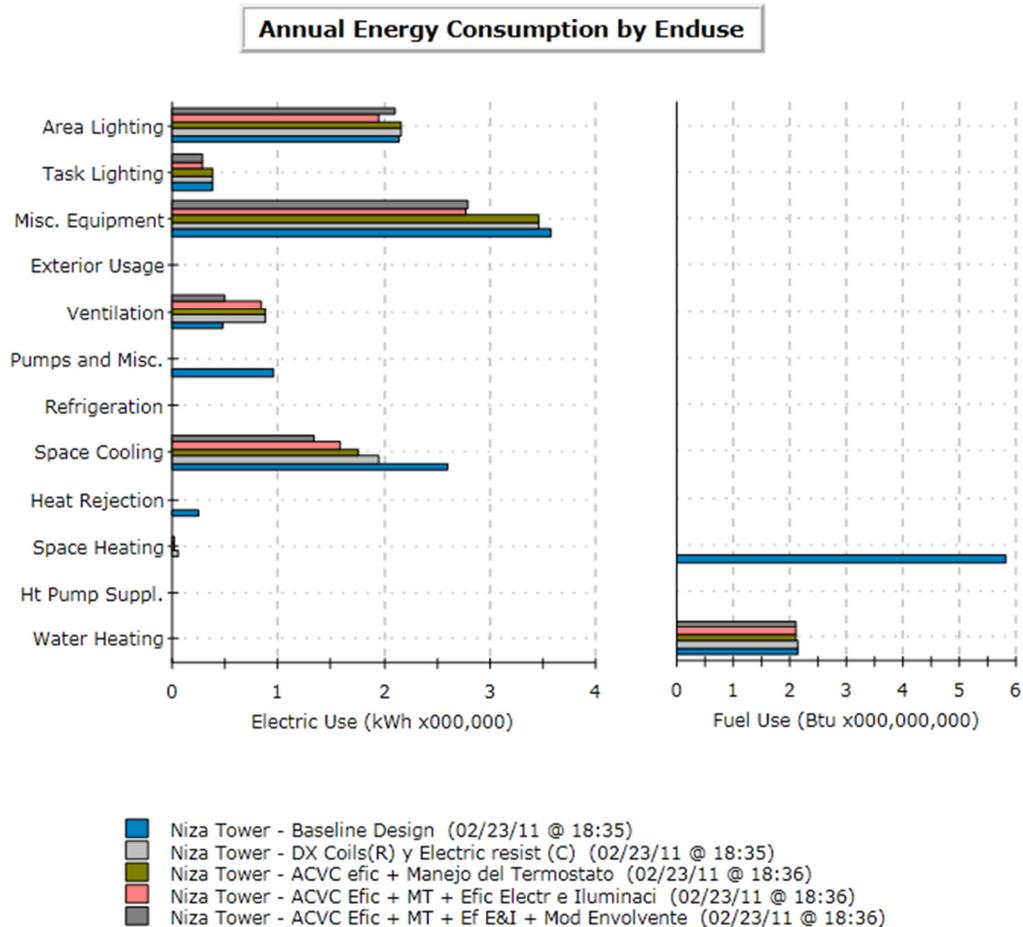


Figura 8.4.j Consumo energético por rubro para las diferentes modelaciones.

También la tabla 8.4 presenta los consumos por rubro para todas las simulaciones realizadas:

Project: Niza Tower

Run Date/Time: 02/23/11 @ 18:36

| Annual Energy and Demand (pg 1 of 2) | | Ann. Source Energy | | Annual Site Energy | | Lighting | | HVAC Energy | | | Peak | |
|---|---|--------------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|--------------|-------------|--------------|--|
| | | Total Mbtu | EUI kBtu/sf/yr | Elect kWh | Nat Gas Therms | Electric kWh | Electric kWh | Nat Gas Therms | Total Mbtu | Elect kW | Cooling Tons | |
| Annual Energy USE or DEMAND | | | | | | | | | | | | |
| 0 | Base Design | 14.60 | 131.04 | 10,415.828 | 79.610 | 2,525.861 | 4,313.487 | 58.312 | 20.553 | 4.397 | 2.081 | |
| 1 | 0+DX Coils(R) y Electric resist (C) | 33.185 | 106.55 | 8,893.880 | 21.257 | 2,547.384 | 2,883.511 | -- | 9.841 | 4.633 | 1.882 | |
| 2 | 0+DX Coils (R) y Heat Pumps(C) | 34.844 | 108.44 | 9,055.670 | 21.232 | 2,525.861 | 2,953.342 | -- | 10.080 | 4.658 | 1.917 | |
| 3 | 0+CWC(R) y Electric resist (C) | 04.12 | 119.05 | 9,961.348 | 21.262 | 2,525.861 | 3,859.011 | -- | 13.171 | 4.417 | 2.013 | |
| 4 | 1+ACVC eficc + Manejo del Termostato | 30.811 | 103.83 | 8,661.983 | 21.213 | 2,547.384 | 2,651.614 | -- | 9.050 | 4.536 | 1.829 | |
| 5 | 4+ACVC Effic + MT + Effic Electre e Illum | 78.907 | 90.22 | 7,499.278 | 21.228 | 2,253.865 | 2,466.808 | -- | 8.419 | 4.180 | 1.721 | |
| 6 | 5+ACVC Effic + MT + EF E&I + Mod Env | 74.075 | 84.70 | 7,027.853 | 21.211 | 2,401.705 | 1,837.411 | -- | 6.271 | 3.292 | 1.337 | |
| Incremental SAVINGS (values are relative to previous measure (% savings are relative to base case use), negative entries indicate increased use) | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0+DX Coils(R) y Electric resist (C) | 21.41E | 24.49 (19%) | 1,521.948 (15%) | 8.353 (73%) | -21.523 (-1%) | 1,429.976 (33%) | -- | 10.712 (52%) | -237 (-5%) | 198 (10%) | |
| 2 | 0+DX Coils (R) y Heat Pumps(C) | 19.764 | 22.60 (17%) | 1,360.158 (13%) | 8.377 (73%) | 0 (0%) | 1,360.145 (32%) | -- | 10.473 (51%) | -262 (-6%) | 164 (8%) | |
| 3 | 0+CWC(R) y Electric resist (C) | 10.48E | 11.99 (9%) | 454.480 (4%) | 8.348 (73%) | 0 (0%) | 454.477 (11%) | -- | 7.382 (36%) | -20 (-0%) | 68 (3%) | |
| 4 | 1+ACVC eficc + Manejo del Termostato | 2.379 | 2.72 (2%) | 231.897 (2%) | 44 (0%) | 0 (0%) | 231.897 (5%) | -- | 791 (4%) | 97 (2%) | 53 (3%) | |
| 5 | 4+ACVC Effic + MT + Effic Electre e Illum | 11.903 | 13.61 (10%) | 1,162.706 (11%) | -15 (-0%) | 293.519 (12%) | 184.807 (4%) | -- | 631 (3%) | 357 (8%) | 108 (5%) | |
| 6 | 5+ACVC Effic + MT + EF E&I + Mod Env | 4.829 | 5.52 (4%) | 471.425 (5%) | 16 (0%) | -147.840 (-6%) | 629.396 (15%) | -- | 2.148 (10%) | 888 (20%) | 384 (18%) | |
| Cumulative SAVINGS (values (and % savings) are relative to the Base Case, negative entries indicate increased use) | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0+DX Coils(R) y Electric resist (C) | 21.41E | 24.49 (19%) | 1,521.948 (15%) | 8.353 (73%) | -21.523 (-1%) | 1,429.976 (33%) | -- | 10.712 (52%) | -237 (-5%) | 198 (10%) | |
| 2 | 0+DX Coils (R) y Heat Pumps(C) | 19.764 | 22.60 (17%) | 1,360.158 (13%) | 8.377 (73%) | 0 (0%) | 1,360.145 (32%) | -- | 10.473 (51%) | -262 (-6%) | 164 (8%) | |
| 3 | 0+CWC(R) y Electric resist (C) | 10.48E | 11.99 (9%) | 454.480 (4%) | 8.348 (73%) | 0 (0%) | 454.477 (11%) | -- | 7.382 (36%) | -20 (-0%) | 68 (3%) | |
| 4 | 1+ACVC eficc + Manejo del Termostato | 23.797 | 27.21 (21%) | 1,753.845 (17%) | 8.397 (73%) | -21.523 (-1%) | 1,661.873 (39%) | -- | 11.503 (56%) | -140 (-3%) | 252 (12%) | |
| 5 | 4+ACVC Effic + MT + Effic Electre e Illum | 35.701 | 40.82 (31%) | 2,916.551 (28%) | 8.382 (73%) | 271.996 (11%) | 1,846.680 (43%) | -- | 12.134 (59%) | 217 (5%) | 359 (17%) | |
| 6 | 5+ACVC Effic + MT + EF E&I + Mod Env | 40.525 | 46.34 (35%) | 3,387.976 (33%) | 8.398 (73%) | 124.156 (5%) | 2,476.076 (57%) | -- | 14.282 (69%) | 1.105 (25%) | 743 (36%) | |

Tabla 8.4 Consumos energético por rubro para las diferentes modelaciones.

El proyecto final luego de aplicar las mejoras simuladas, tendrá el siguiente esquema de consumos energéticos por rubro como se muestra en la figura 8.4.k

Project/Run: Niza Tower - ACVC Effic + MT -Run Date/Time: 02/23/11 @ 18:36

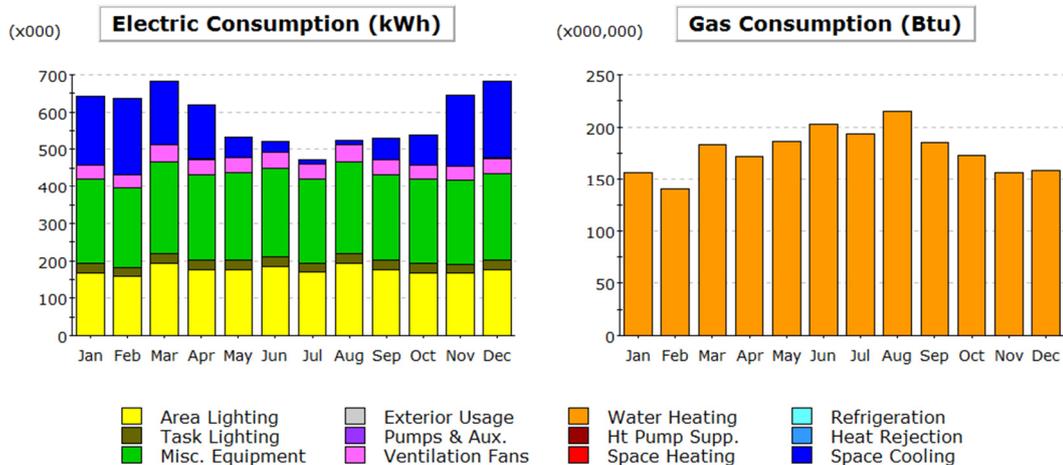


Figura 8.4.k Consumo energético para el proyecto luego de las mejoras aplicadas.

Finalmente la reducción de los consumos energéticos estimados por las simulaciones en un 32,5%, le otorgan en este crédito unos 11 puntos en la escala, que suman importantemente en el objetivo de obtener la certificación.

8.5. Energía renovable in-situ

El objetivo de este crédito es favorecer y reconocer el incremento de niveles de auto-suministro de energía renovable in situ para reducir los impactos medioambientales y económicos asociados con el uso de energía obtenida de combustibles fósiles.

Para conseguir este crédito se necesita usar sistemas de energía renovable in-situ para compensar el coste energético del edificio. Calcular la eficiencia del proyecto expresando la energía producida por los sistemas renovables como un porcentaje de los costes anuales de energía usando la tabla 8.5 que figura a continuación para determinar el número de puntos conseguido. Se deben tomar los datos de consumos anuales de energía calculados en el Crédito precedente.

| % energía renovable | Puntos |
|---------------------|--------|
| 1% | 1 |
| 3% | 2 |
| 5% | 3 |
| 7% | 4 |
| 9% | 5 |
| 11% | 6 |
| 13% | 7 |

Tabla 8.5 Puntos otorgados en función del % de energía renovable producida in-situ.

Para este proyecto no se considerará la inclusión de tecnologías propias de generación de energía.

8.6. Energía verde

Para cumplir con este crédito se debe proporcionar al menos el 35% de la electricidad del edificio a partir de fuentes renovables firmando un contrato de suministro de energía renovable de al menos dos años. Se consideran fuentes renovables las definidas así por los requisitos de certificación de productos que se definen a continuación:

La Energía Eléctrica como producto vendido debe de cumplir:

- El 25% o más de la electricidad suministrada procede de una o más de las fuentes renovables elegibles.
- Si una porción de la electricidad es no renovable, las emisiones a la atmósfera son iguales o menores que aquellas producidas por electricidad convencional.
- No hay compras específicas de energía nuclear.
- La energía cumple con los requisitos de “nueva renovable”, aquella cuya instalación y puesta en marcha es posterior a 1997: (Hidroeléctrica de bajo impacto, Solar eléctrica, Eólica, Geotérmica, Biomasa).
- Los suministradores deben adoptar el código de conducta de la Energía Verde, que gobierna su participación en estos programas. Específicamente los suministradores deben:
 - Hacer totalmente público el porcentaje y tipo de fuentes de energía renovable en su producto eléctrico.
 - Presentar el precio de dicho producto y los términos del contrato en un formato estandarizado, para su fácil comparación.
 - Hacer públicos sus materiales de marketing dos veces al año a las asociaciones de consumidores para que puedan asegurar que no están haciendo aseveraciones falsas o engañosas.
 - Llevar a cabo un proceso anual de auditoría independiente para verificar las aseveraciones en el contenido del producto y asegurar que suficiente energía renovable ha sido comprada/producida para cumplir las peticiones de los clientes.

Actualmente en la Argentina, como si sucede en otros países del mundo, no existen proveedores de energía verde de manera que es imposible cumplir con este crédito.

8.7. Resumen de puntos de: Energía y Atmosfera

Como resultado de las soluciones tecnológicas introducidas para cada uno de los puntos de esta sección, podremos aproximarnos a concluir que por este contenido se obtendrán, luego de la evaluación del agente certificador, unos 11 puntos de los 40 necesarios para la certificación y que sumado a las secciones anteriores aproximan unos 33 puntos sobre la escala LEED.

Todos los puntos de esta sección se obtuvieron del crédito de optimización de la eficiencia energética. La tabla 8.7 con el resumen se presenta a continuación:

| 11 | 0 | 0 | Energy and Atmosphere | Possible Points: | 35 |
|----|---|---|--|------------------|---------|
| Y | | | Prereq1 Fundamental Commissioning of Building Energy Systems | | |
| Y | | | Prereq2 Minimum Energy Performance | | |
| Y | | | Prereq3 Fundamental Refrigerant Management | | |
| 11 | | | Cred1 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 Renovation | | 7 |
| | | | Improve by 26% for New Buildings or 22% for Existing Building Renovation | | 8 |
| | | | Improve by 28% for New Buildings or 24% for Existing Building Renovation | | 9 |
| | | | Improve by 30% for New Buildings or 26% for Existing Building Renovation | | 10 |
| | | | x Improve by 32% for New Buildings or 28% for Existing Building Renovation | | 11 |
| | | | Improve by 34% for New Buildings or 30% for Existing Building Renovation | | 12 |
| | | | Improve by 36% for New Buildings or 32% for Existing Building Renovation | | 13 |
| | | | Improve by 38% for New Buildings or 34% for Existing Building Renovation | | 14 |
| | | | Improve by 40% for New Buildings or 36% for Existing Building Renovation | | 15 |
| | | | Improve by 42% for New Buildings or 38% for Existing Building Renovation | | 16 |
| | | | Improve by 44% for New Buildings or 40% for Existing Building Renovation | | 17 |
| | | | Improve by 46% for New Buildings or 42% for Existing Building Renovation | | 18 |
| | | | Improve by 48%+ for New Buildings or 44%+ for Existing Building Renovation | | 19 |
| N | | | Cred2 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 |
| N | | | Cred3 Enhanced Commissioning | | 2 |
| N | | | Cred4 Enhanced Refrigerant Management | | 2 |
| N | | | Cred5 Measurement and Verification | | 3 |
| N | | | Cred6 Green Power | | 2 |

Tabla 8.7 Resumen de puntos de Energía y atmosfera

9. MATERIALES Y RECURSOS

9.1. Almacenamiento y recolección de residuos reciclables

El propósito de este prerrequisito es facilitar la reducción de residuos, generados por los ocupantes del edificio, que luego serán transportados y depositados en vertederos o rellenos sanitarios. Para cumplir con esto deberemos proporcionar un área fácilmente accesible que sirva a todo el edificio y se dedique a la recolección diferenciada y almacenamiento de materiales no tóxicos para su posterior reciclaje, incluyendo (como mínimo) papel, cartón corrugado, vidrio, plásticos y metales.

Estas actividades de reciclaje crean olores, ruido y contaminantes del aire, por lo que deben realizarse aisladas o fuera del horario de los ocupantes de manera de mantener la óptima habitabilidad del edificio. Se deberán demarcar bien las zonas de recolección y almacenamiento de materiales reciclables como papel de oficina, cartón, vidrio, plástico y metales. Se dimensionará un área de 150m² en el primer subsuelo para la recolección central y zona de almacenamiento que proporcionará un fácil acceso para el personal de mantenimiento, así como para la recolección de residuos mediante vehículos especiales desde el estacionamiento del primer subsuelo. Dentro de los pisos se debe asignar un espacio de reciclaje en las zonas comunes. Puede ser beneficioso para el trabajo de recolección dentro del edificio, contar con contenedores de reciclaje que sean del tipo carritos para transportar los materiales reciclables de la zona común a la zona de recolección centralizada. Como medida de seguridad, las zonas de recolección de materiales reciclables también deben estar diseñadas para impedir la eliminación ilícita o equivocada de cada residuo.

Se deberá proporcionar instrucciones a los ocupantes y el personal de mantenimiento sobre los procedimientos de reciclaje, de manera de fomentar estas actividades para reducir y reutilizar los materiales previos al mismo con el fin de minimizar los volúmenes de reciclables. Por ejemplo, los ocupantes del edificio pueden reducir el flujo de residuos sólidos mediante el uso de botellas reutilizables, bolsas u otros recipientes. Se adquirirá una trituradora de cartón y papel, ubicada en el área de recolección central, de manera de disminuir el volumen de estos materiales reciclables, reduciendo el espacio necesario para su almacenamiento y transporte, facilitando su reciclaje.

Mediante la creación de esta oportunidad de reciclaje para los ocupantes del edificio, una parte significativa del flujo de residuos sólidos serán desviados de su original destino en rellenos sanitarios, para ser reutilizados. El reciclaje de papel, metales, cartón y plásticos reduce la necesidad de extraer los recursos naturales vírgenes. Por ejemplo, el reciclaje de una tonelada de papel evita el procesamiento de 17 árboles y

ahorra 2,3m³ de espacio en los rellenos sanitarios. El aluminio reciclado requiere sólo un 5% de la energía requerida para producir aluminio virgen de la bauxita, la materia prima. Algunos materiales reciclables pueden generar ingresos que pueden contribuir a compensar el mayor costo de su recolección selectiva y tratamiento.

9.2. Gestión de residuos de la construcción

En este crédito en particular se busca desviar los residuos de construcción y demolición de su disposición final en vertederos e incineradoras, redirigiendo los recursos reutilizables hacia un nuevo proceso de construcción y los materiales reciclables a lugares apropiados de reciclaje.

Como mínimo, para cumplir con este requisito, se debe reciclar y/o recuperar un 50% (idealmente un 75%.) de los residuos de la construcción y demolición no tóxicos ni peligrosos. El suelo excavado y los residuos de remoción del terreno no aplican a este crédito. Se deben establecer objetivos para la no utilización de rellenos e incineradoras y adoptar un plan de gestión de residuos de construcción para lograr estos objetivos. Considerar el reciclaje de cartón, metal, ladrillos, baldosas acústicas, hormigón, plástico, madera cepillada, vidrio, paneles de yeso, cartón, alfombras y aislamientos. Además se deberá designar un área específica en la parcela de la obra para la recolección de materiales reciclables por separado o en conjunto, y hacer el seguimiento de los esfuerzos de reciclaje a lo largo del proceso de construcción. Como una buena alternativa se pueden desviar los residuos como donación de materiales a organizaciones caritativas o la recuperación de materiales in situ.

En una primera aproximación, los materiales contenidos en la construcción que son técnicamente aprovechables se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Materiales reutilizables, constituidos fundamentalmente por piezas de acero estructural, elementos de maderas de calidad y/o recuperados en buen estado, piezas de fábricas (ladrillo, bloque, mampostería), tejas (cerámicas y de pizarra) y tierras de excavación. En ciertos casos, la mezcla de residuos de demolición no seleccionados pero libres de "impurezas" puede ser directamente utilizada como material de relleno, subbases de carreteras o pavimento en vías temporales de tránsito de vertederos.
- Materiales reciclables, constituidos fundamentalmente por metales (férreos y no férreos), plásticos y vidrio. Estas fracciones, en la medida que pueden recuperarse libres de impurezas, son susceptibles de incorporarse al mercado del

reciclado para dar lugar a los mismos o similares productos que originaron el residuo.

- Materiales destinados a la fabricación de productos secundarios, aparte de los metales, plásticos y vidrio que, además de reciclarse se pueden destinar a este fin, son fundamentalmente los materiales pétreos, cerámicos (ladrillos), hormigón y pavimentos bituminosos los que pueden dedicarse a la fabricación de productos secundarios.

Es importante identificar a transportistas de la construcción y empresas de reciclado para manejar los materiales designados. La disponibilidad de oportunidades de reciclaje tiende a variar según la región del proyecto. En las zonas urbanas, los recursos de reciclaje suelen ser más desarrollados, y los proyectos tendrán mayores opciones acerca de la posibilidad de separar los residuos en el lugar o para contratar a una empresa que se ocupe de dicha actividad.

El reciclaje de residuos de construcción y demolición reduce la demanda de recursos vírgenes y, a su vez, reduce los impactos ambientales asociados con la extracción de recursos, la transformación y, en muchos casos, el transporte. Los vertederos contaminan las aguas subterráneas e invaden y reducen los espacios verdes. A través de una gestión eficaz de residuos de construcción, es posible extender la vida útil de los vertederos existentes, evitando la necesidad de expansión o de la creación de nuevos sitios de deposición final.

En el pasado, la capacidad de los vertederos estaba disponible en gran medida, las tasas de reutilización o reciclado de los residuos no eran económicamente viables, los materiales de construcción eran baratos en comparación con el costo de mano de obra, por lo que los encargados de la construcción de obras se centraban en la productividad del trabajador y no en la conservación de los materiales. Además no existía la infraestructura necesaria para el reciclaje, ni un mercado de materiales reciclados para revender. Esta tendencia realmente cambio en los últimos, mientras que los costos de eliminación final se han incrementado.

Los materiales reciclables tienen diferentes valores de mercado en función de la presencia de instalaciones de reciclaje, los costos de reprocesamiento y de la disponibilidad de materia prima en el mercado local. En general, es económicamente beneficioso reciclar materiales como metales, concreto, asfalto, aluminio y cartón. En la mayoría de los casos, es posible recibir ingresos vendiendo estos materiales para su reutilización o reciclado, así como evitar el pago de una tarifa de disposición final.

Por otro lado, las actividades de recuperación de los residuos de la construcción se presentan aspectos ambientales positivos y negativos. Entre los primeros cabe destacar la prolongación de la vida útil de los espacios de vertido, los ahorros de consumo de materiales vírgenes o importados y de consumo energético asociado a la fabricación de productos a los que sustituyen, así como la preservación de espacios naturales debida a una menor necesidad de explotación de recursos minerales.

En lo negativo cabe destacar la generación de polvo, ruido, vibraciones y aguas residuales, además de las afecciones producidas en los emplazamientos de las plantas de reciclado o las posibles distorsiones del entorno socioeconómico ligadas a desplazamientos de la mano de obra y recursos desde las actividades extractivas y de producción de materiales vírgenes a las de recuperación y reciclado.

Además se debe mencionar los posibles impactos sobre la salud causados por el inadecuado manejo y/o protección frente a componentes peligrosos que pueden existir en los residuos (particularmente en algunos de demolición), como el amianto.

9.3. Reutilización de materiales y contenido de materiales reciclados

En este crédito se busca la reutilización de materiales y productos del edificio para reducir la demanda de materias primas y los residuos, de manera que se minimicen los impactos asociados con la extracción y procesamiento de materias primas. Además se buscará aumentar la utilización de productos para el edificio que incorporen materiales con contenido de reciclados, reduciendo así los impactos resultantes de la extracción y procesamiento de materias primas.

Para esto se deberán utilizar materiales recuperados, restaurados o reutilizados para lograr como mínimo un volumen de productos del 5% (o idealmente 10% del total), en función de los costos. Los componentes mecánicos, eléctricos, de plomería y elementos especiales como ascensores y otros equipos no se incluirán en este cálculo. Sólo se incluirán materiales permanentemente instalados en el edificio y eventualmente el mobiliario. Se impone identificar oportunidades para la incorporación de materiales recuperados en el proyecto del edificio y se deben buscar potenciales proveedores de materiales. Considerar materiales recuperados tales como vigas y pilares, suelos, revestimientos, puertas y marcos, armarios y mobiliario, ladrillos y elementos decorativos.

El uso de materiales recuperados y restaurados en los proyectos de nuevas construcciones extiende la vida de los materiales y puede reducir los costos generales de

materiales de construcción. El uso de materiales recuperados también puede agregarle personalidad a la construcción y puede ser utilizado eficazmente como un detalle arquitectónico.

Para volver a utilizar materiales obtenidos fuera del sitio del proyecto, la condición principal para calificarlo como reusable es que deben haber sido utilizados anteriormente. La reutilización no se limita a los materiales usados en edificios, estos materiales pueden ser comprados como recuperados, o pueden ser materiales que hayan sido utilizados en otra construcción.

La generación de nuevas estrategias de reutilización y reciclado de materiales de la construcción, reducen la necesidad de espacio en los vertederos y los impactos ambientales relacionados con el agua y problemas asociados con la contaminación del aire. El uso de materiales recuperados también reduce el impacto ambiental de la producción de nuevos productos y materiales de construcción. Estos impactos son significativos puesto que los edificios representan una gran porción de nuestro consumo de recursos naturales, incluyendo 40% de piedra en bruto, grava y arena, y el 25% de la madera virgen.

Algunos materiales recuperados son más costosos que los nuevos, debido al alto costo de mano de obra necesaria en la recuperación y los procesos necesario para hacerlos brillar de nuevo. Sin embargo, los materiales recuperados suelen ser de mayor calidad y más duraderos que los nuevos materiales disponibles. A veces en la recuperación de materiales se ofrecen a precios que aparentan ser eficientes, pero pueden incluir los costos ocultos tales como la necesidad de reprocesamiento, costos de transporte exorbitantes o gastos pasivos relacionados con la contaminación tóxica.

La producción de materias primas de construcción con materiales no renovables debe basarse en un reciclado de esos elementos de forma que se garantice al máximo el cierre de los ciclos materiales, y se limite al mínimo la generación de residuos. Y eso depende tanto de aprovechar las oportunidades que presenta cada material como de definirlo como un objetivo del sector.

El aluminio y los metales en general son materiales de mucho impacto en cuanto a su no renovabilidad, pero sin embargo cuentan con un índice de reciclabilidad elevadísimo, lo que permitiría, con una estructura adecuada de gestión de todo su ciclo, un aprovechamiento máximo de esos recursos. En el grafico se muestra la energía necesaria para generar cada materia prima utilizada en la construcción:

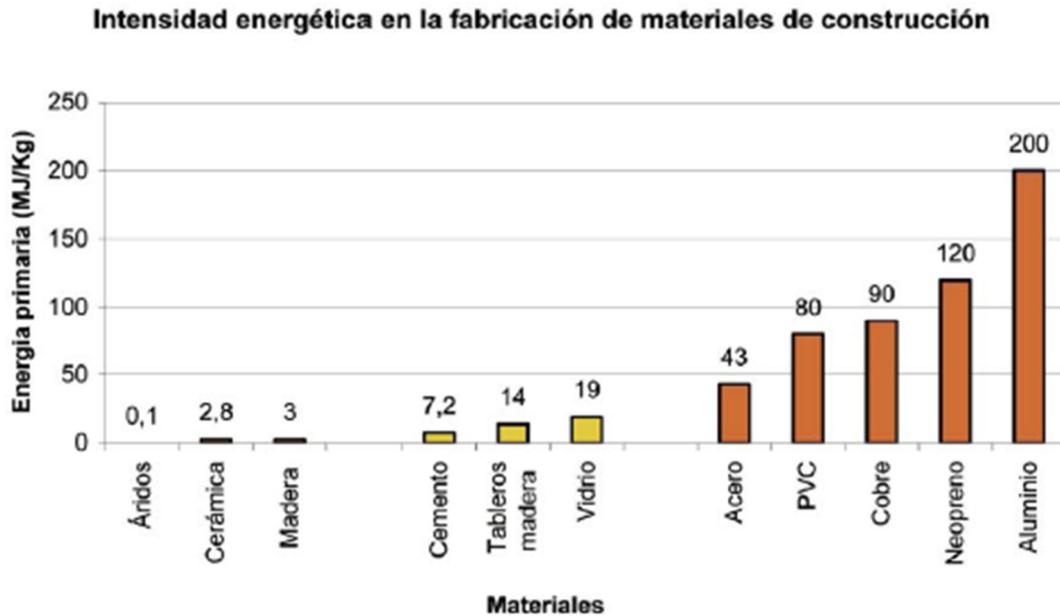


Figura 9.3 Energía primaria utilizada por peso para la obtención de las materias primas de construcción

En el edificio se utilizará solamente aluminio secundario para los cerramientos de las ventanas herméticas que exclusivamente provenga de proveedores del material reciclado. El aluminio es 100% reciclable sin merma de sus cualidades físicas, y su recuperación por medio del reciclaje se ha convertido en una faceta importante de la industria del aluminio. El proceso de reciclaje del aluminio necesita poca energía. El proceso de refundido requiere sólo un 5% de la energía necesaria para producir el metal primario inicial. Al aluminio reciclado se le conoce como aluminio secundario, pero mantiene las mismas propiedades que el aluminio primario. Además de ser más baratos, los secundarios son tan buenos como los primarios.

El acero de la estructura de hormigón y de las vigas que será utilizado, se fabricará a partir de un contenido de chatarra del 60%. Esta chatarra se prensa y se hacen grandes compactos en las zonas de desguace que se envían nuevamente a las acerías, donde se consiguen nuevos productos siderúrgicos, tanto aceros como fundiciones. Se estima que la chatarra reciclada cubre el 40% de las necesidades mundiales de acero.

El concreto de la construcción tendrá una concentración de áridos que asegure que está compuesto por materiales reusados, estos pueden ser arcillas, tabiques, ladrillos, concreto simple, concreto armado, mamposterías, cerámicos, etc. que fueron molidos, sirviendo a su reutilización en la mezcla de hormigón.

Para la parte de plomería, el PVC es un material fácilmente reciclable, por lo que los tubos utilizados en plomería y desagües provendrán de proveedores que lo obtengan de manera reciclada.

Se estima que estas acciones podrán llevar al 15% el contenido de materiales reciclados sobre el total de utilizados para la construcción.

9.4. Materiales regionales

Aquí se busca incrementar la demanda de materiales y productos que se extraigan y fabriquen en la región, apoyando así el uso de recursos autóctonos y reduciendo los impactos medioambientales que resultan del transporte de los mismos. Debemos usar materiales o productos para el edificio que se hayan extraído, recolectado o recuperado, así como también fabricado, en un radio de 800 km de la parcela del edificio para un mínimo del 10% (idealmente más del 20%) en función del costo del valor total de los materiales. Si sólo una fracción de un producto o material se extrae, recolecta, recupera y fabrica localmente, entonces sólo dicho porcentaje por peso contribuirá al valor regional. Los componentes mecánicos, eléctricos, de plomería y elementos especiales como ascensores no se incluirán en este cálculo. Sólo se incluirán materiales permanentemente instalados en el edificio.

Para cumplir con este requisito, debemos establecer un objetivo en el edificio para los materiales de procedencia local e identificar a los proveedores de materiales y productos que puedan lograr este objetivo. Durante la construcción, asegurar que se instalarán los materiales locales especificados y cuantificar este porcentaje del total de los materiales locales instalados. Considerar un rango de atributos medioambientales, económicos y de eficiencia cuando se seleccionan productos y materiales. Una investigación minuciosa es necesaria para determinar qué productos pueden ser de origen local y son compatibles con los requerimientos de materiales del proyecto.

Con la compra de materiales de construcción fabricados regionalmente, los costos de transporte y los impactos ambientales se reducen, y el dinero pagado por los materiales se mantiene en el área, apoyando y potenciando la economía regional. La disponibilidad de materiales de construcción fabricados regionalmente depende de la ubicación del proyecto. En algunas zonas, la mayoría de los productos necesarios para el proyecto se pueden obtener en un radio de 800 km. El uso de materiales de construcción regionales reduce las actividades de transporte y la polución asociada con la entrega de materiales. Camiones, trenes, barcos y otros vehículos de transporte utilizan combustibles fósiles para su funcionamiento contaminando del aire. Al seleccionar los materiales de construcción que se producen a partir de materiales de la región, los impactos del

transporte se reducen aún más. Frecuentemente son más económicos, debido a este ahorro en los transportes y eventualmente por la no existencia del pago de impuestos de importación.

La ciudad de Buenos Aires, cuenta con una diversidad grandísima de industrias que abastecen a la construcción de múltiples productos de origen regional. Por lo que la mayoría del grueso de material de construcción, como ser barras y vigas de acero, arena, piedra, cemento, ladrillos, cal, vidrios, etc. provendrán de proveedores locales, dentro de un radio de 150km.

9.5. Madera certificada

En este crédito se busca favorecer una gestión forestal medioambientalmente responsable, para esto se debe usar como mínimo un 50% de los materiales y productos en base a madera que este certificada de acuerdo con los principios y criterios para componentes de construcción del Forest Stewardship Council (FSC). Estos componentes incluyen, pero no están limitados, a marcos estructurales, vigas, piezas de madera de dimensiones estándar, suelos, bases de suelos, puertas de madera, ventanas de madera, acabados y mobiliarios. Se deben incluir sólo materiales permanentemente instalados en el edificio. Con el objetivo de cumplir con este crédito, debemos establecer un objetivo en el edificio para los productos de madera certificada FSC del total, e identificar a los proveedores que puedan ayudar a conseguir este objetivo.

La gestión forestal sustentable es la organización, administración y uso de los montes, de forma e intensidad que permita mantener su biodiversidad, productividad, vitalidad, potencialidad y capacidad de regeneración, para atender ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes en el ámbito local, nacional y global, sin producir daños a otros ecosistemas. La aplicación de los estándares FSC es una forma de asegurar una gestión forestal responsable, que sea social, económica y ambientalmente beneficiosa.

El concepto de certificación forestal nace de la necesidad de asegurar esta sostenibilidad. Es el procedimiento voluntario por el que una tercera parte independiente proporciona una garantía escrita tanto de que la gestión forestal es conforme con criterios de sostenibilidad como de que se realiza un seguimiento fiable desde el origen de los productos forestales. La evaluación independiente la realizan las entidades de certificación que determinan si una gestión forestal está basada en unas buenas prácticas, si se garantiza un buen estado ambiental del monte, y si se favorece el desarrollo socio-económico de la zona. Si el certificador determina que se alcanzan los estándares del FSC, la operación se certifica como bien gestionada. En vez de castigar al

mal gestor, se premia al bueno mediante el etiquetado. De este modo será el consumidor responsable el que elija el producto con la etiqueta de certificación.

Lo que se certifica es la buena gestión de un monte, independientemente de lo que en él se produzca. Una vez que un monte está certificado FSC, todos los productos que de él salen podrán llevar el logo FSC según la figura 9.5.a.



Figura 9.5.a Logo certificador de productos producidos en montes certificados

La certificación de la cadena de custodia se utiliza cuando hay un proceso de transformación de los productos forestales. Es como la “trazabilidad” de la madera. Con ello se garantiza que, en todo momento, se utilizan productos que provengan de un bosque certificado FSC, desde que salen del monte hasta el producto final.

Cada intermediario en el proceso de transformación deberá estar a su vez “certificado”, y los productos correctamente identificados mediante etiquetas. Sólo así, el producto final (por ej.: una silla) podrá llevar el logo FSC, para que el consumidor lo pueda identificar en el mercado, ver figura 9.5.b.



Figura 9.5.b Mueble certificado por FSC

El proveedor más grande de madera certificada por FSC en la región, ya que en Argentina no existe ninguno, es la empresa brasilera Guavirá (http://www.guavira.com.br/web/index_ingles.html) que comercializa tanto madera cruda certificada como todo tipo de productos afines.

El edificio se entregará a los clientes finales con sus oficinas terminadas con puertas, acabados y mobiliarios de oficina construidos en base a madera certificada. Todas estas acciones reducirán casi al mínimo la presencia de madera, no reforestada en el edificio, siendo la mayoría del tipo certificada. Además se les dará la opción a los propietarios de adquirir esta madera para cualquier necesidad constructiva específica que tengan en sus unidades, por ejemplo para la construcción de boxes de trabajo.

9.6. Resumen de puntos de: Materiales y Recursos

Como resultado de los diseños establecidos para cada uno de los puntos, podremos aproximarnos a concluir que por Materiales y Recursos se obtendrán, luego de la evaluación de agente certificador, unos 7 puntos de los 40 necesarios para la certificación.

Los créditos que no fueron presentados y que en la tabla aparecen con una N, no se consideraron aplicables a este proyecto.

En la tabla 9.6 se presenta el detalle de los requisitos presentados en este contenido:

| 7 | | 0 | | 0 | | Materials and Resources | Possible Points: 14 |
|--------------------------|----------|---|--|------------|---|-------------------------|---------------------|
| Y | | | | Prereq 1 | Storage and Collection of Recyclables | | |
| | N | | | Credit 1.1 | Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors, and Roof | | 1 to 3 |
| | | | | | <input type="checkbox"/> Reuse 55% | | 1 |
| | | | | | <input type="checkbox"/> Reuse 75% | | 2 |
| | | | | | <input type="checkbox"/> Reuse 95% | | 3 |
| | N | | | Credit 1.2 | Building Reuse—Maintain 50% of Interior Non-Structural Elements | | 1 |
| 1 | | | | Credit 2 | Construction Waste Management | | 1 to 2 |
| | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> 50% Recycled or Salvaged | | 1 |
| | | | | | <input type="checkbox"/> 75% Recycled or Salvaged | | 2 |
| 2 | | | | Credit 3 | Materials Reuse | | 1 to 2 |
| | | | | | <input type="checkbox"/> Reuse 5% | | 1 |
| | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> Reuse 10% | | 2 |
| 1 | | | | Credit 4 | Recycled Content | | 1 to 2 |
| | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> 10% of Content | | 1 |
| | | | | | <input type="checkbox"/> 20% of Content | | 2 |
| 2 | | | | Credit 5 | Regional Materials | | 1 to 2 |
| | | | | | <input type="checkbox"/> 10% of Materials | | 1 |
| | | | | | <input checked="" type="checkbox"/> 20% of Materials | | 2 |
| <input type="checkbox"/> | N | | | Credit 6 | Rapidly Renewable Materials | | 1 |
| 1 | | | | Credit 7 | Certified Wood | | 1 |

Tabla 9.6 Resumen de puntos de Materiales y recursos

10. CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR

10.1. Mínima eficiencia en la calidad ambiental interior

El objetivo perseguido por este prerrequisito es establecer una eficiencia mínima de la calidad del aire interior (CAI) para aumentar la calidad del mismo, contribuyendo así al confort y al bienestar de los ocupantes.

Para esto se debe cumplir con los requisitos mínimos de las Secciones 4 a 7 de la norma ASHRAE 62.1-2007, sobre “Ventilación para una Calidad Aceptable del Aire Interior”. Los sistemas de ventilación mecánica se proyectarán usando el Procedimiento de Índice de Ventilación o el código local correspondiente, el que sea más restrictivo.

El propósito de esta norma es especificar los tipos mínimos de ventilación y calidad del aire interior que sean aceptables para los ocupantes humanos y tienen por objeto minimizar los potenciales efectos adversos para la salud. Esta norma es inherente a todos los espacios interiores o cerrados que la gente puede ocupar, a menos que las demás normas y requisitos aplicables establezcan una mayor cantidad de ventilación a la necesaria.

La construcción de sistemas mecánicos y de ventilación pasiva tratan de garantizar que siempre está disponible, para los ocupantes del espacio, el aire fresco adecuado. Los edificios con ventilación insuficiente pueden ser sofocantes, tener mal olor, ser incómodos y / o insalubres para los ocupantes. La norma tiene en cuenta la densidad de personas dentro de una zona, el tipo de actividad que se espera que ocurra en ese espacio y la naturaleza del sistema de suministro de ventilación de aire.

Ventilación es el proceso de "cambio" o sustitución de aire en cualquier espacio para controlar la temperatura o eliminar la humedad, olores, humo, calor, polvo, bacterias en el aire, el dióxido de carbono, y para reponer el oxígeno. Ventilación incluye tanto el intercambio de aire hacia el exterior, así como su circulación dentro del edificio. Es uno de los factores más importantes para el mantenimiento aceptable de la calidad del aire interior en los edificios.

Hay tres métodos básicos para ventilar los edificios:

- Ventilación activa (mecánica)

- Ventilación pasiva (natural)

- Ventilación mixta (mecánica y natural)

Para este proyecto se utilizará un sistema de ventilación mecánica o también conocida como ventilación forzada. La ventilación forzada es la provocada por agentes mecánicos de impulsión de aire (ventiladores, extractores, etc.) para mover la masa de aire. Para ambientes ventilados mecánicamente donde se introduce aire limpio exterior propulsado por un elemento mecánico, el cálculo de los caudales se realiza a partir de la velocidad del aire dada por las características del propulsor mecánico y por las dimensiones geométricas de los ductos y las bocas de las tuberías.

La ventilación es proporcionada por un controlador de aire y se utiliza para el control de calidad del aire interior. El exceso de humedad, los olores y contaminantes a menudo pueden ser controlados a través de la dilución o el reemplazo con el aire exterior. Sin embargo, en climas húmedos se requiere energía para eliminar el exceso de humedad del aire de la ventilación.

Factores en el diseño de tales sistemas incluyen la tasa de flujo (que es una función de la velocidad del ventilador y el tamaño de la salida de ventilación) y el nivel de ruido. Si el ducto de ventilación atravesará un espacio sin calentar, los conductos deben estar aislados para evitar la condensación en los mismos.

Una parte importante del sistema de ACVC es precisamente el sistema de ventilación forzada, cuyo dimensionamiento está en línea con las necesidades de ventilación necesarias para cumplir con la norma en cuestión, asegurando la circulación necesaria para mantener la calidad del aire interior. El tipo de ventilación presentado en el crédito Optimización de la eficiencia energética (ver capítulo 8.4. en página 61) para el sistema de ACVC cumple con la norma ASHRAE 62.1-2007 sobre Ventilación para una Calidad Aceptable del Aire Interior.

10.2. Control del humo de tabaco ambiental (HTA)

El propósito de este segundo prerrequisito es minimizar la exposición de los ocupantes del edificio, de las superficies interiores y de los sistemas de distribución del aire de ventilación al Humo de Tabaco Ambiental (HTA).

Para cumplir con este prerequisite, la opción que se tomó es la prohibición de fumar en el edificio, localizando las áreas designadas para fumadores en el exterior del mismo al menos a 8 metros de las entradas, tomas de aire fresco exterior y ventanas operables. Niza será un edificio libre de humo, quedando totalmente prohibido fumar en cualquier ámbito interior del mismo.



Figura 10.2 Cartelería de prohibido fumar

El tabaquismo pasivo es la exposición involuntaria al humo ambiental de tabaco (HAT), que ocasiona riesgo de enfermedad y eventualmente la muerte. El HAT está compuesto por dos corrientes de humo, la principal (exhalada en cada pitada por el fumador) y la lateral (la que sale del cigarrillo encendido), que contiene una mayor concentración de elementos tóxicos y cancerígenos. La exposición al humo del ambiente es constante y no se limita solamente al tiempo que se tarda en fumar un cigarrillo, ya que los componentes tóxicos del humo permanecen en el ambiente durante mucho tiempo. Los estudios realizados hasta la fecha indican que cualquier nivel de exposición al humo ambiental del tabaco (HAT) implica un riesgo para la salud, ya que no existe una dosis umbral segura. Además, hay una clara relación dosis-respuesta: a mayor exposición al HAT mayor daño.

Esto es así porque el HAT está compuesto por más de 4000 compuestos químicos, entre los que se encuentran: monóxido de carbono, nicotina, cianuro, alquitranes, carcinógenos, arsénico, irritantes y tóxicos. Se lo considera un carcinógeno del grupo A, es decir, uno de los más peligrosos para la salud de las personas. Todas las personas expuestas al HAT tienen un riesgo para su salud. En Argentina, se calcula que 6.000 de las más de 40.000 muertes anuales por tabaco, corresponden a no fumadores expuestos al HAT. Los adultos expuestos al humo ajeno tienen entre un 30% y 40% mayor riesgo de contraer cáncer de pulmón e un infarto agudo de miocardio.

La única solución para eliminar al HTA es la separación estructural de los espacios para fumar, y es por ello que en todo el mundo se tiende a generar ambientes libres de humo de tabaco tal como sucederá en el edificio.

Los beneficios de esta prohibición son múltiples y se basan principalmente en proteger a todos los trabajadores, sobre todo a los que no fuman, que son la mayoría, evitando la inhalación del HAT y sus consecuencias para la salud. Otros beneficios incluyen:

- Aumentar la satisfacción de los empleados (tanto fumadores como no fumadores) por sentirse cuidados.
- Prestar protección especial a los trabajadores expuestos a materiales peligrosos, ya que la exposición combinada al humo de tabaco y a determinadas sustancias implican importantes riesgos para la salud.
- Contribuir al concepto de “medio laboral seguro” evitando la inhalación involuntaria de un tóxico perjudicial como es el HAT.
- Adecuarse a las políticas internacionales que van en un mismo sentido.
- Ofrecer una imagen del edificio saludable y preocupado por la salud de las personas.
- Reducir la cantidad de tabaco consumida por los fumadores y alentarlos y ayudarlos a que dejen de fumar.
- Reducir las enfermedades entre los empleados, los gastos médicos y el ausentismo laboral.
- Disminuir el riesgo de incendios.
- Disminuir los costos de mantenimiento de materiales, pintura, muebles, alfombras, computadoras (entre otros insumos) y limpieza que llevan aparejados el acto de fumar dentro de un edificio.

- Aumentar la productividad, ya que los fumadores suelen ocupar tiempo considerable para fumar.

Esta intervención no sólo favorece a las empresas, sino también a los trabajadores y sus familias. Por otra parte, al ser una actividad propuesta para ser implementada en red, ejerce un gran impacto sobre la sociedad en su conjunto y se constituye en modelo para la implementación de proyectos similares en otros ámbitos laborales.

10.3. Control de fuentes internas de productos químicos y contaminantes

El propósito de este crédito es minimizar la exposición de los ocupantes del edificio a contaminantes químicos y a partículas potencialmente perjudiciales. Para esto se debe realizar un diseño para minimizar y controlar la entrada de contaminantes a los edificios y la consiguiente contaminación cruzada de las áreas habitualmente ocupadas. Para esto el edificio debe:

- Emplear sistemas de entrada permanentes de al menos 1,8 metros de longitud en la dirección principal del recorrido para evitar la entrada de suciedad y partículas en el edificio en todas las entradas que están directamente conectadas con el exterior. Se pueden aceptar como sistemas de entrada las verjas, rejillas o sistemas acanalados de instalación permanente que permitan la limpieza bajo ellos. Los felpudos enrollables sólo se pueden aceptar cuando se mantienen semanalmente por una organización de servicios contratada. Las entradas que se tienen en cuenta son aquellas que sirven como puntos habituales de acceso para los usuarios del edificio.
- Donde pueda haber presencia o se utilicen gases o productos químicos perjudiciales (garajes, áreas de limpieza, lavandería y salas de fotocopias o impresión), extraer el aire de cada espacio suficientemente para crear una presión negativa con respecto a los espacios adyacentes con las puertas de la sala cerradas. Para cada uno de estos espacios, disponer de puertas de cierre automático y particiones o techos de paneles duros.
- Dotar a las áreas habitualmente ocupadas del edificio de medios de filtración previamente a la ocupación que proporcionen un alto valor mínimo de respuesta de eficiencia (MERV). La filtración deberá aplicarse para procesar tanto el aire de retorno como el aire fresco exterior que va a entrar como aire de suministro.

La calidad del aire interior de los edificios se ve afectada por las actividades aparentemente benignas de la ocupación diaria y operaciones. Ocupantes y visitantes del edificio contribuyen a la generación de inconvenientes para mantener la calidad del aire interior portando en sus zapatos y ropas todo tipo de contaminantes. Operaciones diarias y típicas como la fotocopiadora, el fax e impresora añaden también contaminantes al ambiente interior del edificio. Además, el almacenamiento, mezcla y la eliminación de líquidos de limpieza puede afectar negativamente a la salud y la productividad de los ocupantes del edificio. Este crédito se esfuerza por mejorar las condiciones ambientales interiores, al mitigar las cantidades de partículas contaminantes químicas y biológicas a los ocupantes están expuestos en el interior de los edificios.

De esta manera se diseñaron las áreas de servicios de limpieza y mantenimiento con sistemas de extracción aislados para contaminantes procurando mantener un aislamiento físico del resto de las áreas habitualmente ocupadas del edificio. Se instalaran sistemas arquitectónicos permanentes de entrada como rejillas o verjas para prevenir la entrada de contaminantes dañinos para los ocupantes del edificio.

Además contará con un sistema de alto nivel de filtración en la ventilación que procesen tanto el aire de retorno como el suministro de aire fresco, asegurando que los climatizadores puedan alojar los tamaños de filtros requeridos y las caídas de presión.

Se incorporarán sistemas permanentes en la entrada, que eliminan las partículas de los zapatos, en todos los puntos de acceso de alto tráfico exterior para reducir la cantidad de contaminantes que se acarrean por todo el edificio. Los sistemas de entrada, se diseñaran para capturar y eliminar las partículas de los zapatos sin permitir la acumulación de contaminantes. En la figura 10.3.a se puede ver un sistema de alfombras anti-suciedad que se utilizará en el edificio.

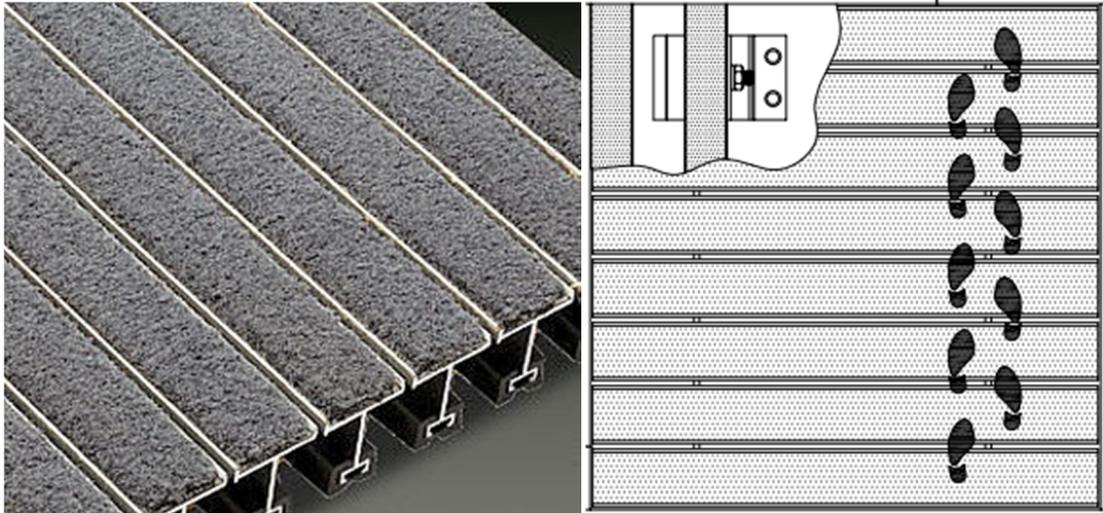


Figura 10.3.a Sistema de alfombras anti-suciedad

Se deben localizar las máquinas fotocopiantes, impresoras y equipos de fax fuera de los espacios de trabajo de los ocupantes en habitaciones con puertas de cierre automático. Con el fin de eliminar eficazmente los contaminantes del aire generado por este tipo de equipos, las habitaciones deben estar físicamente separadas de los espacios adyacentes. Habitaciones con grandes aberturas pero sin puertas, no serán capaces de cumplir con el requisito de este crédito. Para retirar los contaminantes del aire, y prevenir la contaminación cruzada, los espacios ocupados para fotocopiar, imprimir y faxear, deben estar equipados con un sistema dedicado de escape de aire (sin aire de retorno) que cree una presión negativa dentro de la sala, reuniendo los requisitos de este crédito.

También el almacenaje de productos químicos y zonas de mezcla de productos, tales como armarios conserje y laboratorios fotográficos también deben estar ubicadas lejos de las áreas de trabajo de los ocupantes. Además, las habitaciones deben estar físicamente separadas de los espacios adyacentes. Las habitaciones deben estar equipadas con un sistema de escape dedicado (sin hay aire de retorno) que cree una presurización negativa para asegurar que la contaminación cruzada en los espacios adyacentes ocupados no se produzca.

Las zonas de almacenamiento para los materiales reciclables, como la tienda Niza, también se consideran como fuentes contaminantes, en función de que elementos serán reciclados. Los productos de limpieza también pueden afectar la calidad del aire interior, si no son adecuadamente elegidos. Existen en la actualidad productos de limpieza sustentables que reducen al mínimo el uso de químicos tóxicos, como la línea de productos americana GreenWorks que se ven en la figura 10.3.b.



Figura 10.3.b Línea de productos de limpieza ecológicos GreenWorks

10.4. Control del sistema de iluminación

En este crédito se buscará proporcionar un alto nivel de control del sistema de iluminación a los ocupantes individualmente o por grupos específicos de trabajo para promover la productividad, el confort y el bienestar de los mismos. Con el fin de cumplir con los requerimientos, debemos proporcionar controles individuales de iluminación como mínimo para el 90% de los ocupantes del edificio a fin de permitir ajustarse a las necesidades de las tareas y preferencias individuales. Además debemos proporcionar capacidad de control de los sistemas de iluminación para todos los espacios multi-ocupados compartidos para permitir ajustes que respeten las necesidades y preferencias del grupo.

Los edificios convencionales con frecuencia sólo tienen un determinado tipo e intensidad lumínica fija para los sistemas de iluminación, que generalmente alumbran los espacios interiores, sin tener en cuenta las tareas específicas y necesidades de confort de los ocupantes individualmente. Un enfoque más desarrollado provee de una iluminación general del ambiente uniforme, junto con la posibilidad de regulación de la misma según la tarea individual de cada ocupante.

El aumento de la uniformidad de la iluminación reducirá la percepción de disminución en los niveles de zonas oscuras en espacios interiores abiertos al minimizar las zonas de alto contraste. La integración de la elección de la superficie de los materiales y el diseño de la iluminación pueden crear oportunidades para reducir el número de luminarias instaladas, lo que resulta en potenciales ahorros de energía. El layout de la oficina y de los equipos será cuidadosamente analizado para asegurar que el 90% de los ocupantes tengan acceso al control de la iluminación, teniendo una gran densidad de llaves de luz

regulables en intensidad en cada sector de las oficinas según la característica de trabajo de cada una. El tipo de tecnología de iluminación para cada sector del edificio se presentó en el crédito de Reducción de Contaminación Lumínica (ver capítulo 6.9. en página 44).

El funcionamiento de sensores automáticos de ocupación, sensores de luz diurna, y otros controles de iluminación pueden verse adversamente afectados por los elementos que se instalaran durante y después de la construcción, tales como los equipos de oficina y mobiliarios. Es importante coordinar la calibración final de estos elementos con el instalador a una vez finalizado el proyecto para asegurar que el sistema funciona como se diseñó, estando coordinados con los controles de iluminación para los usuarios del edificio, de manera de satisfacer las necesidades de éstos.

Instalar luces auxiliares para las tareas y controles de iluminación pueden aumentar los costos de la construcción. Sin embargo, estos costos pueden permitir reducir los niveles ambientales de iluminación, lo que reduce la cantidad requerida de los aparatos instalados y lámparas. Por el contrario, el abuso de los controles personalizados, tales como dejar las luces encendidas cuando no se trabaja en la oficina, tienen el potencial de incrementar los costos de energía. Por lo tanto, es importante educar a los ocupantes en el diseño y función de los controles del sistema. La integración de controles individuales con sensores de ocupación proporciona a los equipos de proyecto una oportunidad para reducir el costo total de energía.

Los sensores de ocupación ahorran energía en edificios cuando no están en uso al apagar las luces automáticamente o atenuándolas a un nivel predeterminado. Los sensores de ocupación ofrecen ventajas adicionales cuando se combinan con un sistema de control de iluminación completo. En la figura 10.4 se muestra un sensor de ocupación que tiene la posibilidad de usarse manualmente controlando hasta 2 sectores distintos de la oficina. También ofrecen la posibilidad de regular la carga de cada sector, a los niveles necesarios de iluminación.



Figura 10.4 Llave de luz con sensor de ocupación

10.5. Control del sistema de confort higrotérmico

El objetivo de este requisito es proporcionar un alto nivel de control de los sistemas de confort higrotérmico para los ocupantes individuales o para grupos específicos en espacios multi-ocupados para promover la productividad, el confort y el bienestar de los usuarios del edificio.

Para esto debemos brindar controles de confort individuales para, como mínimo el 50% de los ocupantes del edificio, para permitir ajustarse a las necesidades de tareas o preferencias individuales. Se pueden desarrollar estrategias de control para ampliar los criterios de confort y ajustarse a las necesidades y preferencias individuales.

Los edificios convencionales con frecuencia se construyen como un espacio cerrado donde los ocupantes no tienen ningún control sobre las condiciones del ambiente. Un enfoque más avanzado provee a los individuos el control para ajustar las condiciones térmicas de un ambiente para convertirlo en más confortable. Los elementos de confort higrotérmico de una persona son la temperatura del aire y la velocidad, la cantidad de aire exterior y el contenido de humedad. El diseño del edificio debe determinar el nivel de los controles de confort para satisfacer tanto las necesidades individuales como las de los grupos en los espacios compartidos.

Puede definirse confort higrotérmico como la ausencia de malestar térmico. En fisiología se dice que hay confort higrotérmico cuando no tienen que intervenir los mecanismos termorreguladores del cuerpo para una actividad sedentaria y con un ligero arropamiento. El cuerpo humano está preparado para reaccionar ante los cambios climáticos, pero estas reacciones le hacen consumir energía metabólica. La sensación de

comodidad surge de la generación de un microclima que evita la reacción del cuerpo ahorrando gastos de energía, que se denomina termorregulación natural en oposición al abrigo que es un fenómeno de termorregulación artificial.

Sentados en una habitación con ropas livianas y realizando una actividad ligera, la sensación de satisfacción térmica se alcanza entre los 18 °C y 26 °C. La humedad relativa, es menos significativa ya que la tolerancia del cuerpo es grande, admitiendo límites entre 20% y 75%. A fin de que la temperatura interna del hombre permanezca constante, el balance térmico que contempla aportes y pérdidas de calor por convección, conducción, radiación y evaporación debe permanecer constante.

La figura 10.5 muestra el climograma de B. Givoni aplicado a los climas húmedos de la Argentina. Se indican desde un clima muy cálido a uno muy frío. Del climograma se pueden extraer pautas de diseño bioclimático para una arquitectura sustentable.

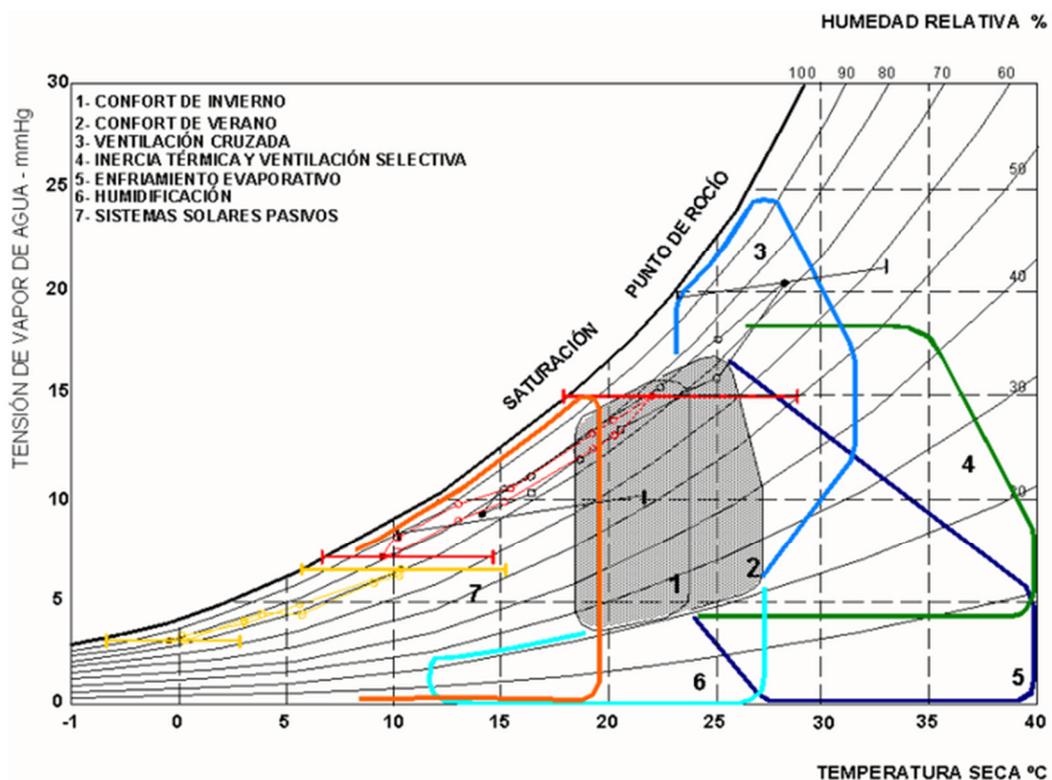


Figura 10.5 Climograma de B. Givoni aplicado a los climas húmedos de la Argentina

La sensación de confort higrotérmico no depende únicamente de la temperatura del aire. El mismo depende de:

- La radiación (o falta de ella) de los materiales circundantes y principalmente de las paredes de la envolvente del edificio, es decir, también su temperatura y su capacidad calorífica.
- La temperatura ambiente del aire.
- La velocidad del aire (impedir o provocar una ventilación forzada).
- La presión parcial de vapor de agua o tensión de vapor del aire ambiente.

Como se ve el confort higrotérmico no se define solamente por una temperatura y humedad relativa fijas. El hecho de que un ambiente interior tenga un sistema de climatización, con el termostato fijado a 23 °C y 50% de humedad relativa, no supone que la comodidad higrotérmica sea la requerida porque también depende de otros parámetros, como el índice metabólico y del abrigo. Es por esto que en el edificio, más allá de fijar las pautas higrotérmicas confortables, es importante brindarle al usuario la posibilidad de controlar las condiciones del ambiente de acuerdo a su sensación y necesidad. Las temperaturas de eficiencia energética seteadas por defecto, son las presentadas en el crédito Optimización de la eficiencia energética (ver capítulo 8.4. en página 61), para lograr el confort higrotérmico en los ambientes. El sistema de volumen de aire variable (VAV) en conjunto con la calefacción eléctrica, climatizarán los ambientes según la indicación del termostato y la necesidad del usuario o en su defecto tomando la temperatura estándar de diseño para la eficiencia energética en función del momento del día. Estos termostatos estarán disponibles en la mayoría de los ambientes y oficinas, proporcionándoles a los ocupantes un alto grado de control sobre las condiciones climáticas interiores.

10.6. Diseño y verificación del confort higrotérmico

El propósito del diseño del confort térmico es proporcionar un ambiente confortable térmicamente que favorezca la productividad y el bienestar de los ocupantes del edificio, además de verificar que estas necesidades se estén cumpliendo en el tiempo. Además de comprobar que se diseñó el sistema de ACVC del edificio cumpliendo con las normas ASHRAE 55-2007 según se realizó y comprobó en el crédito Optimización de la eficiencia energética (ver capítulo 8.4. en página 61).

Se deberán hacer verificaciones una vez habilitado el edificio sobre la real sensación de los ocupantes con respecto al confort térmico del edificio en el tiempo. Se realizarán sondeos sobre el confort térmico de los ocupantes del edificio en un período de 6 a 18

meses después de la ocupación. Estos sondeos recogerán respuestas anónimas sobre el confort higrotérmico en el edificio incluyendo una valoración de la satisfacción general con la eficiencia térmica y la identificación de los problemas relacionados con el confort térmico. Acordar el desarrollo de un plan para emprender acciones correctivas si los resultados del sondeo indicaran que más del 20% de los ocupantes están insatisfechos con el confort térmico en el edificio. Este plan deberá incluir medidas de variables medioambientales relevantes en áreas problemáticas de acuerdo con la Norma presentada.

Cuando está bien diseñado, construido y operado, un edificio ecológico ofrece a sus ocupantes con unas condiciones ambientales interiores que apoyan su productividad y bienestar. Cuando la falta de confort térmico es la queja principal de los ocupantes, un edificio verde bien administrado y con capacidad de respuesta debe contar con sistemas para medir si el confort de los ocupantes se mantiene o se puede mejorar.

Como el confort térmico es intrínsecamente subjetivo y psicológico tanto como fisiológicos, periódicamente la realización de encuestas a ocupantes pueden ser la mejor manera de determinar si una instalación es confortable. Las quejas esporádicas sobre el confort térmico no pueden ser un indicador adecuado de confort térmico en general, sino más bien un indicador de insatisfacción local o personal. Proporcionar un mecanismo sistemático para que todos los ocupantes puedan dar información sobre su confort térmico ayudará a los operadores del edificio a ajustar y mantener dicho elemento ajustando las temperaturas eficientes por defecto que tiene el proyecto. A veces medio grado centígrado de más o de menos puede ser la diferencia entre la satisfacción y la insatisfacción de los usuarios.

Los operadores del edificio desarrollarán procedimientos para encuestar a los ocupantes del edificio sobre las condiciones de confort térmico. El principal parámetro a medir en la encuesta de los ocupantes es la satisfacción con el ambiente térmico (por ejemplo: "¿Qué tan satisfecho está usted con la temperatura en su área de trabajo?"). La respuesta se plantea en un formato de escala de siete puntos que va desde muy satisfechos (3) a muy satisfecho (-3) con el centro (0) significa el punto neutro. Los encuestados deben identificar su ubicación aproximada en el edificio o pueden especificar su localización exacta voluntariamente. La encuesta debe incluir preguntas de seguimiento, que se realizarán si el encuestado indica insatisfacción, para identificar la naturaleza y la causa del problema.

Esta encuesta puede ser realizada en persona, por teléfono, por computadora o en papel, aunque debe aplicarse de manera coherente y disponible para la participación de todos los ocupantes regulares. El porcentaje de insatisfechos será el porcentaje de encuestados

que contestan "insatisfechos" (cualquiera de los menores de tres puntos de la escala de siete puntos, es decir, <0). La encuesta puede incluir otras consideraciones de la calidad ambiental interior (como la iluminación o la acústica) y, aunque esto no se requiere para este algún crédito de LEED.

El estudio identificará la naturaleza y ubicación de cualquier problema de disconformidad térmica y las preguntas de diagnóstico indican las direcciones para las acciones correctivas. Las acciones correctivas incluyen: ajustes de control (por ejemplo, seteo de temperatura, horarios, modos de funcionamiento) y ajustes en el difusor del flujo de aire típicamente.

Para muchas instalaciones, los sistemas de climatización, que mantienen el confort térmico interior, son el mayor consumo final de energía. Un edificio verde exitoso debe minimizar el uso de energía asociados al acondicionamiento del edificio, junto con el consumo de energía, de combustible y emisiones a la atmósfera asociados, mientras que mantenga las condiciones térmicas que mejoran el confort de los ocupantes y su bienestar.

10.7. Resumen de puntos de: Calidad ambiental interior

Como resultado de los controles establecidos para cada uno de los puntos, podremos aproximarnos a concluir que por Calidad ambiental interior se obtendrán, luego de la evaluación de agente certificador, unos 5 puntos de los 40 necesarios para la certificación, llegando a unos 45 puntos totales.

Los créditos que no fueron presentados y que en la tabla aparecen con una N, no se consideraron aplicables a este proyecto.

En la tabla 10.7 se observa el detalle de los requisitos presentados en este contenido:

| 5 | 0 | 0 | Indoor Environmental Quality | Possible Points: 15 |
|---|---|---|---|---------------------|
| Y | | | Prereq 1 Minimum Indoor Air Quality Performance | |
| Y | | | Prereq 2 Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control | |
| | N | | Credit 1 Outdoor Air Delivery Monitoring | 1 |
| | N | | Credit 2 Increased Ventilation | 1 |
| | N | | Credit 3.1 Construction IAQ Management Plan—During Construction | 1 |
| | N | | Credit 3.2 Construction IAQ Management Plan—Before Occupancy | 1 |
| | N | | Credit 4.1 Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants | 1 |
| | N | | Credit 4.2 Low-Emitting Materials—Paints and Coatings | 1 |
| | N | | Credit 4.3 Low-Emitting Materials—Flooring Systems | 1 |
| | N | | Credit 4.4 Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber Products | 1 |
| 1 | | | Credit 5 Indoor Chemical and Pollutant Source Control | 1 |
| 1 | | | Credit 6.1 Controllability of Systems—Lighting | 1 |
| 1 | | | Credit 6.2 Controllability of Systems—Thermal Comfort | 1 |
| 1 | | | Credit 7.1 Thermal Comfort—Design | 1 |
| 1 | | | Credit 7.2 Thermal Comfort—Verification | 1 |
| | N | | Credit 8.1 Daylight and Views—Daylight | 1 |
| | N | | Credit 8.2 Daylight and Views—Views | 1 |

Tabla 10.7 Resumen de puntos de Calidad ambiental interior

11. RESUMEN DEL PROYECTO DE CERTIFICACIÓN LEED

Como resultado de todas las soluciones técnicas planteadas en el proyecto de Niza Tower, que incluyeron múltiples factores de selección y diseño para lograr su grado de sustentabilidad, aproximaremos que se podrá conseguir como mínimo la certificación básica obteniendo unos 45 puntos sobre los 110 posibles de alcanzar para el sistema de evaluación LEED.

En la tabla 11.1 se observa el resumen de los créditos que se intentarán conseguir en el proyecto del edificio sustentable:

| LEED 2009 for New Construction and Major Renovation | | | | Project Name: | Niza Tower | | |
|---|--------------------------------|--|---------|--|-------------------------------------|--|-----------------------------|
| Project Checklist | | | | Date: | March 2011 | | |
| 14 | Sustainable Sites | Possible Points: 26 | | Materials and Resources, Continued | | | |
| Y | Prereq1 | Construction Activity Pollution Prevention | | 1 | Cred-4 | Recycled Content | 1to 2 |
| 1 | Cred-1 | Site Selection | 1 | 2 | Cred-5 | Regional Materials | 1to 2 |
| 4 | Cred-2 | Development Density and Community Connectivity | 5 | N | Cred-6 | Rapidly Renewable Materials | 1 |
| N | Cred-3 | Brownfield Redevelopment | 1 | 1 | Cred-7 | Certified Wood | 1 |
| 3 | Cred-4.1 | Alternative Transportation—Public Transportation Access | 6 | 5 | Indoor Environmental Quality | | Possible Points: 15 |
| 1 | Cred-4.2 | Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing Rooms | 1 | Y | Prereq1 | Minimum Indoor Air Quality Performance | |
| N | Cred-4.3 | Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicle | 3 | Y | Prereq2 | Environmental Tobacco Smoke (ETS) Control | |
| N | Cred-4.4 | Alternative Transportation—Parking Capacity | 2 | N | Cred-1 | Outdoor Air Delivery Monitoring | 1 |
| Y | Cred-5.1 | Site Development—Protect or Restore Habitat | 1 | N | Cred-2 | Increased Ventilation | 1 |
| N | Cred-5.2 | Site Development—Maximize Open Space | 1 | N | Cred-3.1 | Construction IAQ Management Plan—During Construction | 1 |
| 1 | Cred-6.1 | Stormwater Design—Quantity Control | 1 | N | Cred-3.2 | Construction IAQ Management Plan—Before Occupancy | 1 |
| 1 | Cred-6.2 | Stormwater Design—Quality Control | 1 | N | Cred-4.1 | Low-Emitting Materials—Adhesives and Sealants | 1 |
| 1 | Cred-7.1 | Heat Island Effect—Non-roof | 1 | N | Cred-4.2 | Low-Emitting Materials—Paints and Coatings | 1 |
| 1 | Cred-7.2 | Heat Island Effect—Roof | 1 | N | Cred-4.3 | Low-Emitting Materials—Flooring Systems | 1 |
| 1 | Cred-8 | Light Pollution Reduction | 1 | N | Cred-4.4 | Low-Emitting Materials—Composite Wood and Agrifiber Products | 1 |
| 8 | Water Efficiency | Possible Points: 10 | | 1 | Cred-5 | Indoor Chemical and Pollutant Source Control | 1 |
| Y | Prereq1 | Water Use Reduction—20% Reduction | | 1 | Cred-6.1 | Controllability of Systems—Lighting | 1 |
| 2 | Cred-1 | Water Efficient Landscaping | 2 to 4 | 1 | Cred-6.2 | Controllability of Systems—Thermal Comfort | 1 |
| 2 | Cred-2 | Innovative Wastewater Technologies | 2 | 1 | Cred-7.1 | Thermal Comfort—Design | 1 |
| 4 | Cred-3 | Water Use Reduction | 2 to 4 | 1 | Cred-7.2 | Thermal Comfort—Verification | 1 |
| 11 | Energy and Atmosphere | Possible Points: 35 | | N | Cred-8.1 | Daylight and Views—Daylight | 1 |
| Y | Prereq1 | Fundamental Commissioning of Building Energy Systems | | N | Cred-8.2 | Daylight and Views—Views | 1 |
| Y | Prereq2 | Minimum Energy Performance | | Innovation and Design Process | | | Possible Points: 6 |
| Y | Prereq3 | Fundamental Refrigerant Management | | N | Cred-1.1 | Innovation in Design: Specific Title | 1 |
| 11 | Cred-1 | Optimize Energy Performance | 1 to 19 | N | Cred-1.2 | Innovation in Design: Specific Title | 1 |
| N | Cred-2 | On-Site Renewable Energy | 1 to 7 | N | Cred-1.3 | Innovation in Design: Specific Title | 1 |
| N | Cred-3 | Enhanced Commissioning | 2 | N | Cred-1.4 | Innovation in Design: Specific Title | 1 |
| N | Cred-4 | Enhanced Refrigerant Management | 2 | N | Cred-1.5 | Innovation in Design: Specific Title | 1 |
| N | Cred-5 | Measurement and Verification | 3 | N | Cred-2 | LEED Accredited Professional | 1 |
| N | Cred-6 | Green Power | 2 | Regional Priority Credits | | | Possible Points: 4 |
| 7 | Materials and Resources | Possible Points: 14 | | N | Cred-1.1 | Regional Priority: Specific Credit | 1 |
| Y | Prereq1 | Storage and Collection of Recyclables | | N | Cred-1.2 | Regional Priority: Specific Credit | 1 |
| N | Cred-1.1 | Building Reuse—Maintain Existing Walls, Floors, and Roof | 1 to 3 | N | Cred-1.3 | Regional Priority: Specific Credit | 1 |
| N | Cred-1.2 | Building Reuse—Maintain 50% of Interior Non-Structural Elements | 1 | N | Cred-1.4 | Regional Priority: Specific Credit | 1 |
| 1 | Cred-2 | Construction Waste Management | 1 to 2 | Total | | | Possible Points: 110 |
| 2 | Cred-3 | Materials Reuse | 1 to 2 | Certified 40 to 49 points Silver 50 to 59 points Gold 60 to 79 points Platinum 80 to 110 | | | |

Tabla 11.1 Resumen de puntos del proyecto de certificación LEED

12. CONCLUSIONES

En el trabajo se presentaron soluciones tecnológicas actuales para cumplir con los requisitos de la certificación LEED. Estas mejoras permiten minimizar las consecuencias que la construcción y operación del edificio generan sobre el medio ambiente, en campos como: la elección y diseño del terreno sustentable, la eficiencia en agua, la optimización energética, los reutilización y reciclaje de los materiales y recursos y el aseguramiento de la calidad ambiental interior.

Entre las principales soluciones y beneficios que se implementaron podemos mencionar:

- Un estacionamiento de bicicletas junto con un vestuario en el subsuelo que estimulación el ejercicio físico y el transporte sin polución.
- El uso de pavimento permeable que favorece la infiltración de agua en el suelo.
- La colocación de un techo verde en la terraza que reduce la carga térmica del edificio contribuyendo a la reducción del efecto isla de calor.
- La reducción del consumo de agua en griferías aireadoras y en jardinería.
- La recolección del agua de lluvia del techo y el jardín para su reutilización en inodoros de doble descarga y mingitorios de bajo consumo, disminuyendo el consumo de agua potable.
- La optimización de la eficiencia energética, comprobada a través la modelación en el programa eQUEST a través de:
 - La determinación del óptimo sistema de calefacción y refrigeración (ACVC), libre de CFC.
 - El seteo de las temperaturas optimas del termostato.

- La eficiencia de las luminarias y máquinas de oficina de bajo consumo.
- El mejoramiento de la aislación de la envolvente.
- La recolección de materiales reciclables en el edificio terminado reduciendo el volumen de disposición final de los desechos sólidos.
- La utilización en la obra de materiales reciclados y reutilizados, así como de solamente madera certificada para el mobiliario.
- El mejoramiento del confort higrotermico del edificio para el bienestar de los ocupantes.

Todas estas mejoras, cuyos costos de realización muchas veces no son significativos, logran, además de contribuir con el medio ambiente, reducir los consumos y gastos de operación del edificio durante toda su vida útil. Además, al tener un mayor valor inmobiliario, un edificio sustentable, aumenta el retorno sobre la inversión, por lo que terminan siendo convenientes tanto ambiental como económicamente.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Código de Edificación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
<http://www.aduba.org.ar/aduba-documento/codigo-edificacion-caba-aduba.pdf>
- James J. Hirsch & Associates. eQUEST Introduction tutorial, version 3.64.
Diciembre 2010.
- LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction, 2009
Edition
- LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System,
USGBC Member Approved. Noviembre 2008
- ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004-7. ASHRAE's Newest
Commercial Building Standard. 10 de Noviembre, 2008
- Sustainable facilities, Green design, Construction, and operations, Keith
Moskow, AIA, Mc Graw Hill. 2008
- Albert Cuchí y Albert Sagrera. Reutilización y reciclaje de los residuos del
sector de la construcción. Revista Ambiental. Mayo 2007
- Energy Efficiency and Renewable Energy. Consejos para ahorrar energía y
dinero en el hogar. 2007.
http://www1.eere.energy.gov/consumer/consejos/que_ahorro_energia.htm
- Field Guide for Sustainable Construction, Pentagon Renovation and
Construction Program Office, Junio 2004
- McGraw Hill Construction. Green Outlook 2009: Trends Driving Change. 2009.

- Lencsen and Roodman. Worldwatch Paper 124: A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction. Worldwatch Institute. 1995.
- Manzano E.R., Carlorosi M., Tapia Garzón M. (2009) Performance and measurement of power quality due to harmonics from street lighting networks. Actas del International Conference on Renewable Energies and Power Quality. Abril, 2009
- Stok, L. 2006. Construcción Sostenible. <http://www.iram.com.ar/Boletin/Boletin%20archivos/Septiembre-06/6.htm>
- Acciona S.A., 2006. Viviendas del Futuro: ecológicas e inteligentes. http://www.sostenibilidad.com/index.php/sostenibilidad/diccionario_sostenible/e/edificios_ecoeficientes
- Revista Consumer, 2003. Construir de forma sostenible. <http://revista.consumer.es/web/es/20030601/pdf/medioambiente.pdf>.
- Cámara Argentina de Construcción <http://www.camarco.org.ar/html/index.php>.
- Eco House: a design guide, Third edition, Sue Roaf, Manuel Fuentes and Stephanie Thomas, Architectural Press, 2007
- Green Building Council <http://www.usgbc.org/>
- Argentina Green Building Council <http://www.argentinagbc.org.ar/>
- Wikipedia. La Enciclopedia Libre. <http://es.wikipedia.org>
- Green building advisor <http://www.greenbuildingadvisor.com/green-basics>