

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE QUÍMICA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería
Ambiental

**“Estrategias para la certificación del nuevo edificio de residencias estudiantiles del
Instituto Tecnológico de Costa Rica bajo el sistema LEED v4 O+M: EB”**

María Fernanda Navarro Ávalos

CARTAGO, Abril, 2018

TEC | Tecnológico de Costa Rica
Ingeniería Ambiental

“Estrategias para la certificación del nuevo edificio de residencias estudiantiles del Instituto Tecnológico de Costa Rica bajo el sistema LEED v4 O+M: EB”

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de licenciatura

Miembros del tribunal

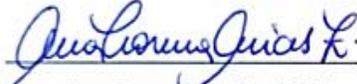

MSc. Ing. Ana Lorena Arias Zúñiga
Director


MSc. Ing. Carlos Castro Campos
Lector 1


M.Sc. Ing. Jorge Calvo Gutiérrez
Lector 2


MSc. Ing. Diana Alexandra Zambrano Piamba
Coordinador COTRAFIG


PhD. Flórida Roa Gutiérrez
Directora Escuela de Química


MSc. Ing. Ana Lorena Arias Zúñiga
Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

DEDICATORIA

A mis papás, de quienes he aprendido lo que es el esfuerzo y el deseo de siempre seguir
adelante; por ser siempre mi núcleo.
Por siempre un orgullo tenerlos como papás.

A Dios, por la vida que me ha dado y por protegerme cada día.

AGRADECIMIENTOS

A mis papás por buscar darme siempre más de lo que he necesitado, por preocuparse y brindarme continuamente la mejor educación, por el apoyo en cada una de mis decisiones y por el todo el inmenso amor y cariño que me han dado. Un agradecimiento eterno.

A la profesora Ana Lorena Arias, por el apoyo, enseñanzas y motivación durante toda la carrera, especialmente en esta etapa final, por ser un ejemplo a seguir.

Al Ing. Carlos Castro, por su gran apoyo y colaboración con el desarrollo de este trabajo, por compartir su experiencia en el tema.

Al personal administrativo y de limpieza del edificio, especialmente, a Rebeca Acuña y José Serrano por la información y ayuda brindada.

Al Ing. Luis Guillermo Araya, de la Unidad de Ingeniería, y personal del Departamento de Mantenimiento por siempre atenderme de la manera más cordial e información brindada.

A todas las demás personas que colaboraron con el desarrollo del proyecto

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVOS	3
2.1.1	Objetivo general	3
2.1.2	Objetivos específicos	3
3	REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1	IMPACTO AMBIENTAL DE EDIFICACIONES	4
3.2	CONSTRUCCIÓN Y EDFICIOS SOSTENIBLES	6
3.3	CERTIFICACIONES EXISTENTES PARA EDIFICIOS SOSTENIBLES	7
3.4	SISTEMA DE EVALUACIÓN LEED	9
3.4.1	Generalidades	9
3.4.2	Tipos de certificación LEED	11
3.4.3	Áreas de evaluación LEED O+M: EB V4.....	12
4	METODOLOGÍA	14
4.1	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO EVALUADO	14
4.2	EVALUACIÓN DEL PROYECTO DURANTE SU OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MEDIANTE EL SISTEMA LEED O+M: EB V4 .	16
4.2.1	Locación y Transporte	16
4.2.2	Sitios Sustentables (SS).....	17
4.2.3	Uso eficiente del agua (WE).....	17
4.2.4	Energía y Atmósfera (EA).....	18
4.2.5	Materiales y Recursos (MR).....	19
4.2.6	Calidad ambiental interna (EQ).....	20
4.2.7	Innovación (IN)	22
4.2.8	Prioridad regional (RP).....	22
4.3	ESTIMACIÓN DEL POSIBLE PUNTAJE Y NIVEL DE CERTIFICACIÓN LEED 22	

4.4	CREACIÓN DE LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO AMBIENTAL DE UN EDIFICIO BAJO EL SISTEMA LEED EB: O+M V4.	23
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
5.1	ESTRATEGIAS PROPUESTAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL SISTEMA DE EVALUACIÓN LEED V4 EB: O+M.	24
5.1.1	Locación y Transporte (LT)	24
5.1.2	Sitios Sustentables (SS)	28
5.1.3	Uso eficiente del agua (WE)	41
5.1.4	Energía y Atmósfera (EA)	48
5.1.5	Materiales y Recursos (MR)	63
5.1.6	Calidad ambiental interna (EQ)	77
5.1.7	Innovación (IN)	101
5.1.8	Prioridad regional (PR)	103
5.2	RESUMEN DE CRÉDITOS ALCANZABLES PARA OBTENER LA CERTIFICACIÓN LEED	103
5.3	LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES BAJO EL SISTEMA LEED EB: O+M V4	111
6	CONCLUSIONES	122
7	RECOMENDACIONES	123
8	REFERENCIAS	125
	APÉNDICES	129
	APÉNDICE 1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA LEED V4 EB: O+M Y METODOLOGÍA UTILIZADA PARA SU EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO.	130
	APÉNDICE 2. COTIZACIÓN REALIZADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE MEDICIÓN AVANZADA	159

APÉNDICE 3. RESULTADOS DE CONDUCCIÓN DE AUDITORÍA DE VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE LIMPIEZA SEGÚN LINEAMIENTOS APPA	160
APÉNDICE 4. LISTA DE VERIFICACIÓN GENERADA PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS MEDIANTE EL SISTEMA LEED V4 O+M: EB.....	162
ANEXOS	169
Anexo 1: Resumen de aspectos regulados por LEED ambientales incluidos en el Plan de Acción del PGAI.	171

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1. Localización del nuevo edificio de residencias estudiantiles.....	15
Figura 4.2. Definición del límite del proyecto.....	15
Figura 5.1. Distribución de patrones de desplazamiento del personal del edificio.	25
Figura 5.2. Patrones de desplazamiento de estudiantes residentes del edificio.....	25
Figura 5.3. Distribución de patrones de desplazamiento semestral de estudiantes residentes hacia el lugar de procedencia.....	26
Figura 5.4. Identificación de áreas verdes del proyecto	32
Figura 5.5. Propuesta de ubicación de especies arbóreas dentro del límite del proyecto.....	38
Figura 5.6. Detalle de luminaria de uso exterior.	39
Figura 5.7. Composición porcentual de residuos sólidos ordinarios generados en las residencias estudiantiles previamente existentes.....	74
Figura 5.8. Diagrama de evaluación de sistemas de ventilación.	79
Figura 5.9. Medición de niveles de iluminación (lux) en áreas comunes de la edificación .	88
Figura 5.10. Medición de niveles de iluminación (lux) en dormitorios y oficinas.....	88
Figura 5.11. Fotografías de ventanaje que ejemplifican las características de las vistas.	90
Figura 5.12. Niveles de confort térmico reportados por ocupantes regulares según períodos climáticos.....	96
Figura 5.13. Niveles de confort de iluminación en distintas áreas de ocupación reportados por ocupantes regulares.	97
Figura 5.14. Niveles de confort de calidad del aire reportados por ocupantes regulares.	98
Figura 5.15. Niveles de confort acústico reportados por ocupantes regulares.	98
Figura 5.16. Principales motivos de disconformidad de condiciones acústicas del edificio.	99
Figura 5.17. Niveles de confort respecto a condiciones de limpieza reportados por ocupantes regulares.	100
Figura 5.18. Niveles de confort general respecto a la ocupación del edificio.....	100

LISTA DE CUADROS

Cuadro 3.1. Certificaciones existentes para edificios sostenibles.	8
Cuadro 3.2. Áreas de evaluación del sistema LEED EB: O+M V4. (Fuente: USGBC, 2017d).	13
Cuadro 5.1. Registro de patrones de transporte de los ocupantes regulares.....	27
Cuadro 5.2. Síntesis de compromisos ambientales establecidos en el PGAI del ITCR. (Fuente: GASEL, 2017).....	28
Cuadro 5.3. Estado actual y prácticas propuestas para el manejo del sitio. (Fuente: USGBC, 2013).....	31
Cuadro 5.4. Especies arbóreas recomendadas para siembra dentro del área del proyecto. Fuente: (GASEL, 2017) & (UICN, 2015).	33
Cuadro 5.5. Registro histórico de precipitación mensual media registrados por la estación N° 73123; ITCR, Cartago. (Fuente: IMN, 2017).	34
Cuadro 5.6. SRI para algunos tipos comunes de cubiertas de techo. (Fuente: USGBC, 2009).	35
Cuadro 5.7. Registro y clasificación de áreas dentro del límite LEED del proyecto.	37
Cuadro 5.8. Inventario de accesorios de plomería instalados en el edificio.....	42
Cuadro 5.9. Registro de consumo de línea base para el nuevo edificio de residencias del ITCR.	43
Cuadro 5.10. Registro de consumo de línea base actual del nuevo edificio de residencias del ITCR.	44
Cuadro 5.11. Inventario de luminarias del nuevo edificio de residencias. (Fuente: Capón, 2017).....	49
Cuadro 5.12. Composición de matriz de abastecimiento eléctrico estimada. (Fuente: Díaz, 2017).....	62
Cuadro 5.13. Resumen de aspectos ambientales considerados en las ETAs. (Fuente: GASEL, 2017).....	66
Cuadro 5.14. Descripción de luminarias instaladas dentro del límite LEED. (Adaptado de: Capón, 2017).	70

Cuadro 5.15. Composición de los residuos sólidos ordinarios generados en el área de residencias estudiantiles. (Fuente: Calderón, 2017).	73
Cuadro 5.16. Medidas establecidas para la gestión de residuos sólidos en proyectos de construcción del ITCR. (Fuente: GASEL, 2017).	76
Cuadro 5.17. Evaluación de parámetros de ventilación natural según ASHRAE 62.1-2010, sección 6.4.	78
Cuadro 5.18. Productos y materiales de limpieza utilizados en la edificación.	81
Cuadro 5.19. Protocolos de limpieza aplicados en las instalaciones de la edificación.	81
Cuadro 5.20. Protocolos para el control de la principales fuentes de contaminación determinadas a partir del I-BEAM.	83
Cuadro 5.21. Valores de CO ₂ , porcentaje de humedad relativa y temperatura medidos en espacios de ocupación regular.	86
Cuadro 5.22. Plantilla para el procedimiento de auditoría de limpieza según lineamientos APPA. (Adaptado de USGB, 2013).	91
Cuadro 5.23. Determinación del nivel promedio de limpieza del edificio según lineamientos APPA.	91
Cuadro 5.24. Resumen y clasificación de estrategias planteadas para el cumplimiento de los requerimientos LEED.	104
Cuadro 5.25. Puntaje estimado para los créditos de las categorías de Locación y transporte y Sitios sustentables.	107
Cuadro 5.26. Puntaje estimado para los créditos de las categorías de Uso eficiente del agua y Energía y atmósfera.	108
Cuadro 5.27. Puntaje estimado para los créditos de la categoría Materiales y Recursos. ...	109
Cuadro 5.28. Puntaje estimado para los créditos de la categoría de Calidad Ambiental Interna.	109
Cuadro 5.29. Puntaje estimado para los créditos de las categorías de Innovación y Prioridad Regional.	110
Cuadro 5.30. Resumen de puntaje total estimado tras la implementación de las medidas.	110
Cuadro 5.31. Lista de verificación para el área de evaluación de Locación y transporte (LT).	111

Cuadro 5.32. Lista de verificación para el área de evaluación de Sitios sustentables (SS).	112
Cuadro 5.33. Lista de verificación para el área de evaluación de Uso eficiente del agua (WE).	113
Cuadro 5.34. Lista de verificación para el área de Energía y atmósfera (EA).	114
Cuadro 5.35. Lista de verificación para el área de Materiales y recursos (MR).	116
Cuadro 5.36. Lista de verificación para el área de Calidad ambiental interna (EQ).	118
Cuadro 5.37. Lista de verificación para las áreas de Innovación (IN) y Prioridad regional (RP).	121

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

APPA	Asociación de Administradores de Plantas Físicas, por sus siglas en inglés
ASHRAE	Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, por sus siglas en inglés
BREEAM	Metodología de Evaluación y Certificación de la Sostenibilidad de Edificaciones, por sus siglas en inglés
CASBEE	Sistema de Evaluación Integral para la Eficiencia Ambiental de Edificios, por sus siglas en inglés
CEN	Comité Europeo de Normalización
CFIA	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
CIBSE	Institución de Colegiados de Ingenieros de Edificación, por sus siglas en inglés
CRI	Índice de reproducción cromática
CTTM	Centro de Transferencia y Transformación de Materiales
DGNB	Consejo Alemán de Construcción Sostenible, por sus siglas en alemán
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
EPEAT	Herramienta de Evaluación Ambiental de Productos Electrónicos, por sus siglas en inglés
ETAs	Estrategias Técnicas Ambientales
FSC	Consejo de Administración Forestal, por sus siglas en inglés
GASEL	Unidad Institucional de Gestión Ambiental y Seguridad Laboral
gpm	Galones por minuto
GWP	Potencial de Calentamiento Global, por sus siglas en inglés
I-BEAM	Modelo de Evaluación de la Calidad del Aire Interior, por sus siglas en inglés
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INTECO	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica
IPC	Código Internacional de Plomería, por sus siglas en inglés
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos contra el Cambio Climático
ITCR	Instituto Tecnológico de Costa Rica
JASEC	Junta Administradora de Servicios Eléctricos de Cartago
LEED	Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, por sus siglas en inglés

LEED AP	Profesional acreditado en Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental
lpf	Litros por descarga
lpm	Litros por minuto
MADI	Programa de Manejo de Desechos Institucionales del TITCR
ODP	Potencial de Deterioro de la Capa de Ozono, por sus siglas en inglés
PMES	Proyecto de Mejoramiento de la Educación Superior
RESET	Requisitos para Edificios Sostenibles en el Trópico
SRI	Valor de reflectancia solar
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
USGBC	Consejo de Construcción Sostenible de los Estados Unidos

RESUMEN

El desarrollo de construcciones estructurales es una de las actividades humanas que más generan ingresos económicos; sin embargo, su impacto ambiental a lo largo de ciclo de vida es muy alto. Las edificaciones se relacionan con altos consumos energéticos, así como con la alteración de los ecosistemas debido al uso desmedido de recursos naturales. Además, son responsables de una gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero. Optar por estrategias de sostenibilidad en para la construcción y operación de edificaciones se ha convertido en una necesidad más que una práctica optativa. Existe una gran variedad de sistemas de certificación que evalúan el desempeño ambiental de los edificios llamados “verdes”, entre ellos, el sistema estadounidense Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED, por sus siglas en inglés). LEED es una de las certificaciones más ampliamente utilizadas a nivel mundial, posee distintas categorías de certificación según el tipo de proyecto. El sistema seleccionado para la evaluación del reciente edificio de residencias estudiantiles del Instituto Tecnológico de Costa Rica, corresponde a la operación y mantenimiento de edificios ya existentes, LEED v4 O+M: EB (por sus sigla en inglés). El edificio fue evaluado bajo las condiciones actuales considerando todas las áreas de evaluación, se establecieron estrategias para el cumplimiento de prerequisites y créditos requeridos por el sistema. Se estimó que la edificación tiene el potencial para alcanzar un puntaje igual a 66 puntos, pudiendo alcanzar una certificación LEED nivel Oro tras la implementación de las estrategias planteadas.

Palabras clave: Edificios sostenibles, edificios verdes, LEED, edificios existentes, operación y mantenimiento, gestión ambiental.

ABSTRACT

The infrastructure development is one of the most lucrative human activities around the world, nevertheless, it also represents a significant environmental impact. Buildings are associated with high rates of energy consumption, as well with ecosystems disruption due to the excessive use of natural resources. In addition, all around the world buildings are responsible for a large part of greenhouse gas emissions. The existence of green buildings has become a necessity, rather than just an option. There is a widespread variety of certification systems that evaluates the performance of a sustainable building, among them is the Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) created by the US. Green Building Council. LEED is one of the most widely used systems, which offers different system categories according to the project's characteristics. In this case, the system LEED for Building Operations and Maintenance for Existing Buildings (LEED O+M: EB V4) was used for the evaluation of the most recent students' residence at the Instituto Tecnológico de Costa Rica. The actual conditions of the building were evaluated according to each aspect of the system. Specific strategies were proposed in order to achieve the prerequisite and credits requirements. It was shown that the recent students' residence could achieve a total of 66 points, which implies the possible achievement of a Gold LEED certification.

Key words: Sustainable buildings, green buildings, LEED, existing buildings, operations and maintenance, environmental management.

1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento humano, económico y social se encuentra asociado, inevitablemente, al desarrollo constructivo. Una amplia cantidad de estudios han demostrado como la construcción de edificaciones y las actividades propias de su operación generan gran impacto al ambiente. El uso desmedido de recursos naturales, la generación excesiva de residuos y emisiones atmosféricas, la alteración de hábitats naturales, son solamente algunas de las acciones vinculadas con esta actividad humana. A pesar de esto, un buen desempeño ambiental durante su operación puede reducir significativamente su impacto. Los edificios “verdes” se basan en los principios de sostenibilidad para su construcción y operación. Este tipo de edificaciones no generan beneficios únicamente ambientales, implican también ganancias económicas, debido a su eficiencia en consumo de recursos, como agua y electricidad; además, suelen estar asociados con altos niveles de productividad por parte de sus ocupantes (Portela, Viguera, Pastor, Huerta & Otero, 2010).

Con el fin de evaluar el desempeño ambiental de una edificación se han creado distintas estrategias, como herramientas de análisis de ciclo de vida o certificaciones de verificación. Existe una amplia gama de este tipo de sistemas, el Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED, por sus siglas en inglés), creado por el Consejo de Construcción Sostenible de los Estados Unidos, es uno de ellos. Extensamente utilizado a nivel mundial, LEED abarca una amplia variedad de edificios y puede ser aplicado en etapas de diseño u operación y mantenimiento (USGC, 2017a).

En Costa Rica, actualmente, más de cien proyectos han sido certificados o se encuentran en proceso de certificación (USGBC, 2017b). Se incluyen proyectos tanto del sector privado como público, sin embargo, este último en menor porcentaje. El Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) se ha destacado por su desempeño y compromiso ambiental; entre los acontecimientos más recientes se incluye el reconocimiento por parte del Ministerio Nacional de Ambiente y Energía (MINAE) por la implementación del Plan de Gestión Ambiental Institucional (PGAI) y la eliminación de plástico de un sólo uso dentro del Campus Central. El presente proyecto permite brindar una serie de estrategias para alcanzar la certificación

LEED para edificios existentes en etapa de operación y mantenimiento; la obtención de un certificado de gran nivel en uno de sus edificios sería un logro mayor y permitiría destacar aún más el compromiso ambiental de la institución.

2 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo general

Evaluar la factibilidad de certificación del nuevo edificio de residencias estudiantiles del Instituto Tecnológico de Costa Rica bajo el sistema LEED O+M: EB v4.

2.1.2 Objetivos específicos

- Proponer estrategias que permitan la certificación del nuevo edificio de residencias estudiantiles del Instituto Tecnológico de Costa Rica bajo el sistema LEED O+M: EB v4.
- Determinar posible nivel de certificación al efectuar las estrategias propuestas.
- Elaborar una lista de verificación que resuma las principales acciones necesarias para el cumplimiento de los requerimientos del sistema LEED O+M: EB v4.

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 IMPACTO AMBIENTAL DE EDIFICACIONES

El desarrollo de infraestructuras, como cualquier otra actividad humana, genera un impacto sobre el ambiente. El crecimiento de asentamientos humanos y construcción de edificaciones ha ido en aumento y este comportamiento no resulta ajeno en Costa Rica. El CFIA (2017) reportó que para el 2016 la cantidad de metros cuadrados de construcción tramitados en el país incrementó en más de un 13%, respecto al año anterior. Es el sector habitacional el que concentra una mayor cantidad de áreas tramitadas, un total de 4 251 329 m², seguido por el sector comercial con 2 544 330 m² (CFIA, 2017).

La calidad ambiental se ve modificada por una obra constructiva durante todas las etapas de su ciclo de vida, desde la construcción, ocupación y funcionamiento, hasta su demolición. Es debido al uso de suelos, la extracción de recursos naturales, la destrucción y alteración de ecosistemas, el consumo energético, la generación de residuos sólidos y aguas residuales, la emisión de gases y a la alteración del paisaje, que el impacto al medio ambiente es tan significativo (Acosta, 2011 & Willmott Dixon, 2010). Siendo la generación de residuos y el consumo eléctrico y de agua potable impactos presentes en cada una de las fases del ciclo de vida.

El sector constructivo genera entre un 45% y 65% de residuos sólidos (Suzer, 2015). Hecho que tiene lugar durante la etapa constructiva, operación y etapa final, o bien, ante una posible remodelación (Willmott Dixon, 2010). Este aspecto crítico resulta ser de gran importancia en Costa Rica debido a un inadecuado sistema de tratamiento de este tipo de residuos. Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2011), en el país se generan 1 800 toneladas diarias de residuos derivados de la construcción, una gran parte de ellos con potencial de reciclaje e, inclusive, es posible encontrar materiales peligrosos. Abarca Guerrero & Leandro Hernández (2015) señalan que dentro de los residuos de mayor generación durante un proceso constructivo se incluyen: materiales metálicos, bolsas de cemento, cartón, cerámicas, residuos de concreto, madera, ladrillos, materiales aislantes, plástico, papel, así como materia natural producto del movimiento de tierra, por mencionar

algunos. Sin dejar de lado la generación de residuos peligrosos que las mismas autoras señalan; como disolventes, aditivos, lubricantes, envases de pintura, aceites, residuos de pintura, asbestos, entre otros. La problemática asociada se da, principalmente, debido al funcionamiento de botaderos clandestinos y sistemas de tratamiento inadecuados para escombros, esto a su vez, asociado con una excesiva producción de desechos (UICN, 2011). Sumado a esto, la falta de conocimiento sobre la temática ambiental por parte de empresas de construcción contribuye a una generación excesiva de residuos y su mala gestión. Mediante un estudio sobre la situación actual de la gestión de residuos de construcción, se determinó que un 74% de las empresas constructoras analizadas no poseen ningún plan de gestión ni cuentan con algún profesional en materia ambiental que vele por una correcta gestión de materiales y residuos dentro de los proyectos (Guerrero Abarca & Leandro Hernández, 2015).

Además, la mala planificación territorial, manejo y uso de tierras provocan un gran impacto al ambiente, provocando la alteración de procesos hidráulicos e hidrológicos del área asociada (Willmott Dixon, 2010). La construcción y operación de edificaciones es responsable del 40% de consumo de recursos naturales en países industrializados, donde se incluye un consumo del 12% de agua potable y un consumo eléctrico del 40% (Castro, Sefair, Flórez & Medaglia, 2008). Diseños no óptimos para la maximización del uso de energía solar, prácticas de consumo inadecuadas, falta de implementación y uso de dispositivos de alto consumo son algunas de las razones que provocan tasas de consumo elevadas a nivel mundial.

Además, a nivel global, las edificaciones son responsables del 40% de contaminación de fuentes de agua potable, así como del 23% del deterioro de la calidad atmosférica en zonas urbanas (Willmott Dixon, 2010). En relación a esto, las edificaciones en Estados Unidos son responsables del 39% de emisiones de gases de efecto invernadero, GEI, (Robichaud & Anantatmula, 2011). Asimismo, según reportes del Grupo Intergubernamental de Expertos contra el Cambio Climático (en adelante, IPCC) para el año 2050 el consumo eléctrico podría llegar a ser 3 veces el actual (Chalmers, 2014).

Sin embargo, un aspecto positivo es el gran potencial de reducción de impactos que posee el sector constructivo. Chalmers (2014) señala que, según la IPCC, el potencial de ahorro

energético que presentan los edificios, tanto nuevos como existentes, se encuentra entre un 50% y un 90%. Dentro de las estrategias principales para lograrlo que Chalmers detalla, se incluyen reducir la dependencia de combustibles fósiles para la producción eléctrica y sistemas estructurales más eficientes. Sin dejar de lado prácticas de consumo responsable de mano de un proceso integrado de concientización.

3.2 CONSTRUCCIÓN Y EDFICIOS SOSTENIBLES

En términos generales, Acosta (2011) define la construcción sostenible como aquella que logra solucionar los problemas y necesidades del momento tomando en consideración aspectos futuros. A su vez Suzer (2015), se refiere al diseño sostenible como la unión de diseños que logran satisfacer a los usuarios, en términos tecnológicos, económicos y sociales, y minimización de daños ambientales. La construcción sostenible tiene como objetivo reducir el consumo de recursos y a su vez integrar los ecosistemas con el desarrollo de constructivo (Kibert, 2016). Además, al hablar de edificios sostenibles entra en consideración el ciclo de vida de sus componentes y sistemas implementados (aires acondicionados, calefacción, sistemas de bombeo, ventilación, etc.), desde la extracción o producción hasta su disposición final (Berardi, 2011 & Kibert, 2016).

De acuerdo con Robichaud y Anantatmula (2011), los objetivos de las construcciones sostenibles se pueden resumir en los siguientes 4 puntos:

- a. Minimizar o eliminar impactos al ambiente, uso de recursos naturales y fuentes de energía no renovables.
- b. Mejorar la salud, desempeño y productividad de los ocupantes, usuarios y comunidades relacionadas.
- c. Promover el desarrollo y beneficios económicos para desarrolladores en comunidad involucrada.
- d. Aplicar estrategias de análisis de ciclo de vida al planeamiento y desarrollo comunitario.

El concepto de edificios “verdes” o sostenibles tuvo origen durante la década de los setentas, y no es coincidencia que se presentara durante una importante crisis energética (Berardi, 2011 & Komurlu, Arditi, & Pelin, 2014). Inicialmente, el concepto fue principalmente impulsado para obtener una reducción del consumo eléctrico, no obstante, más aspectos han sido integrados a lo largo del tiempo. Según estudios, un edificio sostenible puede llegar a generar un ahorro hasta del 50% en consumo energético en comparación a estructuras diseñadas sin consideraciones ambientales (Robichaud & Anantatmula, 2011). En la actualidad, además de los aspectos previamente mencionados, la reducción de emisiones de GEI resulta un punto clave. El *Architecture 2030 Challenge* busca, entre otras cosas, reducir el consumo energético por debajo del 70% del promedio de cada región, así como la reducción de consumo de combustibles fósiles en un 80% por debajo del promedio regional para el 2020, un 90% para el 2025 y la carbono neutralidad para el 2030 (Kibert, 2016). Grandes empresas constructoras de países desarrollados con proyectos alrededor del mundo, desde España, Reino Unido, China, hasta México; así como gobiernos federales, estatales y organizaciones de canadienses y de los Estados Unidos se encuentran ligados con el programa, entre ellas USGBC.

En cuanto a términos económicos la construcción sostenible también tiene grandes beneficios. Si bien los costos iniciales suelen ser superiores a los de estructuras convencionales, a largo plazo los costos de operación justifican la gran inversión inicial. El valor económico de una edificación sostenible puede estar hasta un 7,5% por encima de su homólogo convencional, mientras que sus costos operativos pueden ser reducidos entre un 8% y un 9% (Robichaud & Anantatmula, 2011).

3.3 CERTIFICACIONES EXISTENTES PARA EDIFICIOS SOSTENIBLES

Junto al gran auge las edificaciones verdes han surgido distintos programas de certificación que verifican su rendimiento y sostenibilidad. Existen dos tipos de herramientas de evaluación ambiental: las que utilizan criterios de evaluación (CBT, por sus siglas en inglés) y aquellas que utilizan una metodología de evaluación del ciclo de vida, (Ali & Al Nsairat, 2008). Las certificaciones CTB son ampliamente utilizadas a nivel mundial y se trata de

sistemas donde se prioriza determinadas categorías según su importancia ambiental, mediante la obtención de créditos de acuerdo a un puntaje obtenido, que representa su carga ambiental (Suzer, 2015).

El Cuadro 3.1 contiene algunas de las principales certificaciones aplicadas en distintos países para la certificación de su desempeño ambiental.

Cuadro 3.1. Certificaciones existentes para edificios sostenibles.

Certificación	País de origen	Descripción
BREEAM® (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology)	Reino Unido	Primer CTB a nivel mundial, creada en 1990. Certifica nuevas construcciones, remodelaciones y edificaciones en uso. Actualmente, existe un total de 561 796 certificaciones en 78 países distintos. El sistema evalúa la adquisición, diseño, construcción y operación del proyecto. Cuenta con 10 categorías de evaluación, sin embargo, posee un gran enfoque en el aspecto energético. De acuerdo con el puntaje obtenido se puede certificar bajo los títulos de: aprobado, notable, muy bueno, excelente o sobresaliente. (BREEAM, 2017)
Green Star	Australia	Creado en el 2002 por el Consejo de Construcción Verde de Australia (GBCA, por sus siglas en inglés). Posee 4 herramientas de evaluación: comunidades, diseño y construcción, interior de edificios y operación de estos. Se consideran 5 categorías ambientales distintas para las comunidades y 9 para las demás posibles certificaciones. Se registran hasta el momento 1462 proyectos certificados. (Green Building Council Australia, 2015)
DGNB	Alemania	Es un sistema elaborado en el 2009 por el Consejo Alemán de Construcción Verde (DGNB, por sus siglas en alemán). Según el puntaje obtenido se puede obtener la certificación bronce, plata, oro o platino. Cuenta con la posibilidad de otorgar una pre-certificación a proyectos en etapa de planeamiento. Al momento existen más de 1000 proyectos certificados. (DGNB, 2017).

Continuación del Cuadro 3.1.

Certificación	País de origen	Descripción
CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency)	Japón	Creada en el 2002 por el Consorcio Japonés de Edificios Sostenibles. Cuenta con 15 distintas herramientas de evaluación para cada uno de los proyectos susceptibles a ser certificados. Entre ellos: ciudades, nuevas construcciones, renovaciones, edificios existentes, construcciones temporales, ciudades, hogares, entre otros. Para julio del 2016, más de 500 certificaciones habían sido otorgadas al sector privado. Los posibles niveles de certificación son: Clase C, Clase B-, Clase B+, Clase A y Clase S, siendo esta última un nivel excelente. (CASBEE, 2017).
RESET (Requisitos para Edificios Sostenibles en el Trópico)	Costa Rica	Creada por el Instituto de Arquitectura Tropical (IAT) en el 2012. Fue donada a INTECO para que pudiese ser establecida como norma nacional. Surge con el fin de ofrecer un sistema propio para países tropicales, donde se consideren sus factores ambientales y climáticos para adecuados diseños de construcción. Posee 7 distintos criterios de evaluación, que incluyen una variedad de objetivos, 21 en total. El sello de la certificación, un sol, es obtenido si se cumplen con los indicadores de cada criterio. Además, existen puntos plus mediante los cuales se puede adquirir un máximo de 2 soles plus. La norma no toma en cuenta cifras específicas de ahorro o emisiones, sino que toma en cuenta el compromiso en diseño y construcción. (INTECO, 2014).

3.4 SISTEMA DE EVALUACIÓN LEED

3.4.1 Generalidades

En 1998 LEED, el sistema Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED, por sus siglas en inglés) fue establecido por el USGBC; el cual surge con el fin de otorgar una calificación objetiva a edificios sostenibles basándose en aspectos ambientales, sociales y económicos (Ribero, Garzón, Alvarado & Gasch, 2015). Al igual que algunos otros sistemas, LEED, puede ser aplicado a proyectos en las etapas de diseño, construcción y/u operación. Durante

la etapa de planificación o diseño, todos los documentos respectivos deben ser estudiados por el USGBC o correspondiente cada país, es hasta una vez finalizada la etapa constructiva, cuando el puntaje y la certificación son otorgados (Azhar, Carlton, Olsen & Ahmad, 2011). En el caso de Costa Rica, la certificación se obtiene por medio del Consejo de Construcción Sostenible (GBC-CR). Son cuatro los niveles de certificación que un proyecto puede alcanzar: Certificado (obteniendo de 40 a 49 puntos), Plata (50 a 59 puntos), Oro (60 a 79 puntos) y Platino (80 puntos o más); considerando un puntaje máximo de 110. (USGBC, 2014). El USGBC (2014) busca que los proyectos certificados, entre otras cosas: contribuyan a combatir el cambio climático, mejoren el bienestar humano a nivel individual y comunitario protejan fuentes de agua, biodiversidad y ecosistemas que les presten servicios naturales, promuevan el uso sostenible de recursos y establezcan una economía verde.

LEED se ha convertido en un sistema ampliamente utilizado alrededor del mundo, especialmente en el continente americano. En la actualidad cerca de 2,2 millones de metros cuadrados obtienen la certificación diariamente (USGBC, 2017a). Su importancia no es menor en Latinoamérica, por el contrario, ha sido adoptada por muchos países que no cuentan con un sistema propio, como es el caso de Colombia, o bien México y Brasil, con versiones adaptadas de esta (Castro et al., 2008). Costa Rica no se queda rezagada en esta temática ambiental y en la actualidad aproximadamente 145 proyectos se encuentran en proceso de certificación o han sido ya certificados (US. Green Building Council, 2017b). Cinco de estos edificios han obtenido una certificación platino, entre ellos el Schneider Electric Centroamérica, ubicado en San José, Olas Verdes Hotel en Guanacaste y el edificio de la compañía Gesler en San José. Han recibido certificación de oro 17 edificaciones, pueden detallarse: Roche en Heredia, Establishment Labs ubicado en Alajuela y el centro corporativo El Tobogán localizado en San José. La certificación plata la poseen 18 proyectos estructurales dentro de los cuales se encuentra el centro corporativo El Cafetal en Heredia, el Parque Condal Ciruelas localizado en Alajuela y Citi ubicado en el centro corporativo Plaza Tempo, San José. Por último, son 13 los edificios que poseen el grado de certificación, como el Hotel Dreams Las Mareas (edificio C1) en Guanacaste, Hotel El Mangroove en la misma provincia y Coopeande en Heredia.

A través del tiempo el USGBC ha realizado modificaciones y mejoras en el sistema en varias ocasiones, por lo que existen distintas versiones, la más reciente recibe el nombre de LEED v4. A partir de esta nueva versión, aspectos como el consumo agua y uso de materiales han sido mejorados en cuanto a su evaluación, así como también da un mejorado enfoque integral considerando el factor medioambiental y la salud humana (USGBC, 2017c). Desde la creación de esta versión una mayor variedad de edificaciones pueden aplicar para la obtención de la certificación, como lo es el caso de escuelas y comercios existentes, centros de información, almacenes, centros de distribución, hospitales y residenciales verticales de mediano tamaño (USGBC, 2014).

Generalmente los proyectos que buscan ser certificados son dirigidos por profesionales LEED acreditados (LEED AP), los cuales cuentan con el aval del USGBC. Su acreditación respalda los conocimientos en materia de construcción sostenible y más específicamente en el sistema LEED. Para que un proyecto obtenga la certificación LEED no resulta indispensable contar un profesional acreditado; sin embargo, siempre resulta ventajoso contar con los conocimientos y experiencia de uno, lo que beneficia directamente al desempeño del proyecto.

3.4.2 Tipos de certificación LEED

El sistema LEED ofrece distintas categorías de proyectos, estas a su vez incluyen una variedad de edificios según el fin para el que sea utilizado. Además, para dicha clasificación se toma en cuenta la etapa del ciclo de vida de la estructura, de acuerdo con el USGBC (2017a & 2017d) se cuentan con las siguientes categorías:

- i. LEED BD+C: Diseño y construcción de edificios, por sus siglas en inglés. Ofrece una guía para el diseño y la construcción de edificios verdes, en todos los aspectos previamente mencionados. Dentro de esta categoría se incluyen nuevas construcción o grandes remodelaciones, obra gris y sistema mecánico, escuelas, centros comerciales, centros de información, centros de salud, hoteles o servicios de alojamiento, almacenes y centros de distribución y edificios multifamiliares.

- ii. LEED O+M: Operación y mantenimiento, por sus siglas en inglés. Esta categoría permite otorgar la certificación a edificios que se encuentren en operación con el fin de optimizar su desempeño ambiental. Incluye edificaciones como escuelas, comercios, centros de salud, hoteles, centros de información, almacenes y centros de distribución y de manera general edificios ya existentes.
- iii. LEED ID+C: Diseño de interiores y construcción, por sus siglas en inglés. Aplicable para proyectos donde no se tiene control total del diseño del edificio pero es posible diseñar espacios interiores sostenibles. Se tiene 3 categorías: edificios comerciales, centros de hospedaje y espacios interiores en cualquier otro tipo de edificación.
- iv. LEED HOMES: Recibe de Hogares, traducido del inglés. Esta categoría ofrece la oportunidad de construir viviendas de manera sostenible, ofreciendo, a su vez, una mejor calidad de vida y beneficios económicos y ambientales. Es aplicable a viviendas unifamiliares, multifamiliares verticales de poca altura (de 1 a 3 pisos) o de mediana altura (de 4 a 6 pisos).
- v. LEED NC: Desarrollo de vecindarios, por sus siglas en inglés. Promueve el crecimiento de vecindarios y comunidades más sostenibles con conexión entre sí. Puede ser aplicable a proyectos tanto en la etapa de planificación como en la de construcción.

3.4.3 Áreas de evaluación LEED O+M: EB V4

Dentro de la categoría de operación y mantenimiento de edificios se tiene una sub-categoría donde se incluyen todos aquellos edificios que no sean escuelas, comercios, centros de salud, hoteles, centros de información, almacenes o centros de distribución (USGBC, 2017a). Al igual que las demás categorías, en esta se abarcan distintas temáticas o aspectos ambientales y en cada una de ellas se detallan prerrequisitos y créditos aplicables. El cumplimiento de cada uno de estos créditos permite la obtención de cierto puntaje según el grado de cumplimiento, cada área de evaluación tiene un puntaje máximo distinto, tal como se resume en el cuadro que se presenta a continuación.

Cuadro 3.2. Áreas de evaluación del sistema LEED EB: O+M V4. (Fuente: USGBC, 2017d).

Área de evaluación	Prerrequisitos	Créditos	Puntaje máx.
Localización y transporte	0	1	15
Sitios Sustentables	1	6	10
Eficiencia en consumo de agua	2	4	12
Energía y Atmósfera	4	8	38
Materiales y Recursos	2	5	8
Calidad ambiental interna	3	10	17
Innovación	0	2	6
Prioridad regional	0	1	4
Total	12	37	110

Resulta evidente el gran peso que implica la evaluación energética y atmosférica en la nueva versión LEED O+M, el cual posee un puntaje máximo muy por encima de los demás. Por el contrario, la priorización regional e innovación representan menor peso en la evaluación.

El cumplimiento de cada uno de los 12 prerrequisitos es imperativo si se desea optar por la certificación, una vez demostrado el cumplimiento de cada uno de estos, el edificio es evaluado considerando cada uno de los créditos y se establecen estrategias para la alcanzar la mayor cantidad de puntos según sea posible, para un máximo de 110. Según el puntaje alcanzado se determina el nivel de certificación logrado, como se detalló anteriormente.

4 METODOLOGÍA

En este apartado se despliega información sobre la edificación en estudio, al igual que la metodología aplicada para el desarrollo del proyecto, basándose en la guía de referencia LEED para la operación y mantenimiento de edificios.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO EVALUADO

El más reciente edificio de residencias estudiantiles pertenece al proyecto de Programa de Mejoramiento de Educación Superior (PMES) financiado por el Banco Mundial. Se encuentra ubicado dentro del Campus Central del ITCR, en la provincia de Cartago, la Figura 4.1 muestra más precisamente su localización. Cuenta con un área total de 3 770 m², y áreas complementarias de 3 317 m², para un área total de 7 087 m². Se trata de un edificio compuesto por cuatro niveles, cada uno cuenta con dos baterías de servicios sanitarios (para mujeres y hombre, respectivamente), dos áreas de cocina/comedor, una sala de estudio, elevador, una oficina administrativa, cuarto de lavandería (equipado con lavadoras y secadoras) y balcones. Son 12 los dormitorios en cada nivel, con una capacidad de cuatro personas, para una capacidad máxima de 192 residentes; sin embargo, al momento de realización de este proyecto su ocupación es de 61 estudiantes. Cada uno de los dormitorios cuenta con un servicio sanitario, ducha y lavatorio; además, se encuentran equipados con dos camarotes, closet, refrigeradora, y mobiliario. Dentro del edificio desempeñan labores el personal administrativo y de limpieza del sitio.



Figura 4.1. Localización del nuevo edificio de residencias estudiantiles. (Fuente: Benavides, 2013).

El límite de evaluación LEED, se estableció coincidiendo con el área establecido dentro contrato constructivo del edificio. Este límite se representa mediante la línea azul en la Figura 4.2.



Figura 4.2. Definición del límite del proyecto. (Fuente: Oficina Ingeniería ITCR, 2013).

4.2 EVALUACIÓN DEL PROYECTO DURANTE SU OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MEDIANTE EL SISTEMA LEED O+M: EB V4 .

En el desarrollo del siguiente trabajo se consideró lo establecido en la guía de referencia LEED para la Operación y Mantenimiento de Edificio. Fueron evaluadas las condiciones actuales del edificio y los requerimientos para obtener la certificación. Tras este análisis, se realizó un planteamiento estratégico de medidas a implementar para el cumplimiento de los lineamientos del sistema.

A continuación se detalla la metodología utilizada en cada una de las categorías que permitió el establecimiento de estrategias para el alcance de los prerrequisitos y créditos de cada área de evaluación. El detalle completo de las solicitudes y planteamientos del sistema se pueden encontrar en el Apéndice 1.

4.2.1 Locación y Transporte

Esta sección no requiere el cumplimiento de ningún prerrequisito y detalla un único crédito a cumplir mediante tres posibles opciones, con lo cual se puede obtener un máximo de quince puntos. Se evalúan los esfuerzos por parte del proyecto relacionados con la ubicación del proyecto y el fomento del uso de transportes alternativos. Dentro de esta categoría se encuentran los medios de transporte público, vehículos de bajas emisiones (eléctricos o híbridos) y transporte mediante tracción humana, como caminar, uso de bicicletas, patinetas y otros.

Se elaboraron dos encuestas distintas considerando los dos tipos de ocupantes regulares del edificio: residentes y funcionarios. En el primero de los casos la encuesta fue aplicada a los 61 estudiantes que habitan en el edificio. Se obtuvo información sobre el principal medio de transporte utilizado para el traslado desde y hacia el campus académico cada día de la semana, al igual que la manera y frecuencia de traslado a su lugar de origen. Para el caso del personal administrativo y de limpieza, se buscó conocer la forma de transporte más común que utilizan cada día laboral. Con la información recabada, se determinaron tasas de desplazamientos en

medios alternativos y se establecieron estrategias para incentivar el uso de esta modalidad de transporte.

4.2.2 Sitios Sustentables (SS)

Esta categoría detalla únicamente un prerrequisito y seis distintos créditos aplicables a los edificios ya existentes.

Se analizaron las medidas de gestión establecidas dentro del Plan de Gestión Institucional (PGAI) relacionadas con el consumo del recurso hídrico, consumo eléctrico, gestión de residuos sólidos, consumo de combustible fósiles, uso de agroquímicos y construcción sostenible. Fueron identificadas oportunidades de mejora, metas y objetivos cuantificables para el establecimiento de una política de gestión de gestión propia del edificio.

Se determinó el área verde, impermeable y techada del proyecto, utilizando los planos arquitectónicos. Además, se identificó la condición actual del sistema de manejo de agua pluvial y canales de escorrentía. Mediante los datos históricos de precipitación, proporcionados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN), correspondientes a la estación automática ubicada dentro del ITCR, se calculó el valor de tormenta del percentil 95 para verificar el área de escorrentía necesaria.

Respecto a las condiciones lumínicas, se identificó el tipo de luminarias y se verificó que contaran con una cubierta superior para la correcta focalización de la luz.

4.2.3 Uso eficiente del agua (WE)

La categoría WE está conformada por dos prerrequisitos y cuatro créditos. Se basa en la implementación de dispositivos de bajo consumo y monitoreo de consumo.

En primera instancia, se calculó el consumo de agua dentro de la edificación y se comparó con el consumo de línea base mediante parámetros establecidos en la guía de referencia y determinados por el Código Internacional de Plomería (IPC, por sus siglas en inglés). Se realizó una medición de flujo volumétrica, para la determinación del consumo de la grifería de servicios sanitarios y cocina. A partir de los resultados de consumo interno, se procedió a calcular el porcentaje de reducción respecto a la línea base, una vez realizadas las modificaciones recomendadas. Además, se analizaron los planos de distribución de tuberías y se identificaron todas las entradas de agua potable dentro del proyecto, así como sus usos respectivos.

4.2.4 Energía y Atmósfera (EA)

Esta sección se enfoca en la utilización que se le da a la energía dentro del edificio, estrategias para alcanzar una alta eficiencia energética y en el uso de energías renovables. Se compone de cuatro prerequisites y ocho créditos .

Se identificaron los procedimientos a seguir en una auditoría energética siguiendo los requerimientos para dichos procesos de la Sociedad Americana de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción (ASHRAE, por sus siglas en inglés). Se estableció la necesidad de elaboración de un registro de datos. Fue necesario la determinación de cada uno de los sistemas de consumo energético dentro del edificio. Asimismo, se calculó de manera aproximada la inversión económica asociada a la instalación de sistemas de medición avanzada para los sistemas de consumo identificados. A partir de los datos de consumo y demanda proyectados, se estimó la cantidad de kW que deben ser eliminados y se establecieron medidas recomendadas para lograr la reducción.

En relación con la gestión de refrigerantes se demostró que el edificio no hace uso de ningún tipo de sustancias refrigerantes que contengan clorofluorocarbonos (CFC).

Se establecieron las medidas necesarias para la elaboración de un plan de comisionamiento, aspectos claves que este debe incluir y medidas pertinentes para su implementación y seguimiento.

Respecto al aprovechamiento de energía renovable, se optó por el análisis de generación a nivel país, se determinó el porcentaje de energía utilizado proveniente de fuentes renovables para el cálculo del puntaje alcanzable.

4.2.5 Materiales y Recursos (MR)

Esta categoría se compone de dos requerimientos de cumplimiento obligatorio y cinco créditos de acatamiento opcional, orientados principalmente hacia la gestión de residuos sólidos y compra de materiales.

El análisis fue enfocado hacia el manual de compras sostenibles que se encuentra en etapa de aprobación al momento de evaluación; además, se analizaron las medidas de gestión de residuos sólidos y prácticas actuales dentro del edificio.

Se llevó a cabo una comparación de los aspectos regulados por la norma, relacionados con actividades de mantenimiento y renovación de instalaciones, y aquellos presentes en el PGAI y las Especificaciones Técnicas Ambientales (ETAs) para proyectos de construcción del ITCR. Se identificaron vacíos en la gestión actual y se determinó la información adicional necesaria para la elaboración de una política pertinente.

Se verificó que los equipos y materiales utilizados cumplan con los lineamientos de sostenibilidad que indica la guía referencia. Se verificó, mediante la metodología para la elaboración de un manual de compras sostenibles, la congruencia con los criterios de mobiliarios y artículos de oficina, mientras que los criterios de productos y materiales para renovación y mantenimiento se verificaron mediante las ETAs.

4.2.6 Calidad ambiental interna (EQ)

Esta sección se enfoca en las condiciones internas del edificio como la calidad de aire, limpieza, iluminación y ventilación. Se evalúa el desempeño de la edificación y el confort de los ocupantes. Está conformada por tres prerrequisitos y diez créditos.

Se llevó a cabo la verificación de requisitos de ventanaje establecidos por la Chartered Institution of Building Services Engineer (CIBSE) en el Manual de Aplicaciones AM10, Ventilación Natural para Edificios no Domésticos y la norma ASHRAE 62.1- 2010, sección 6.4. Se caracterizaron los distintos tipos de ventanas en cada uno de los espacios determinados. Se verificó el cumplimiento de la Ley N° 9028 sobre el control del tabaco.

Respecto a la política de limpieza ecológica, se identificó la aplicación de protocolos y uso de productos que se apegan a criterios ambientales de sostenibilidad. Se realizó una descripción de los procesos de limpieza que tienen lugar para ser incluidos dentro de la política. Se realizó una evaluación de los sitios dentro del edificio para determinar el nivel de limpieza general de la edificación. La evaluación se realizó siguiendo los lineamientos establecido en la Guía Operacional para Instalaciones Educativas de la Asociación de Administradores de Plantas Físicas (APPA, según sus siglas en inglés). Los espacios sometidos al procedimiento de auditoría fueron oficinas, salas de estudio, comedores, lavanderías y baterías de servicios sanitarios. En cada uno de ellos se calificó la limpieza de pisos, superficies horizontales, luminarias, contenedores de basura y superficies verticales (se consideró tanto paredes, ventanas y cualquier otras superficie vertical). A cada ítem, se le asignó un factor de ponderación que toma en cuenta el tiempo y recursos invertidos en la limpieza. Posteriormente, se promediaron los niveles obtenidos en cada uno de los espacios para la obtención de un nivel general del edificio, este fue comparado con el valor establecido por LEED para el cumplimiento del crédito.

Para la identificación de aspectos a incluir dentro del programa se utilizó el Modelo de Evaluación de la Calidad del Aire Interior (I-BEAM, por sus siglas en inglés) y sus formularios. Se establecieron protocolos de respuesta a las principales fuentes de

contaminación que pueden alterar la calidad de aire interior. Se planteó la necesidad de implementación de sistemas de alfombrado como sistema de control de contaminación al ingreso del edificio. Además, se analizó la factibilidad económica de instalación de dispositivos de medición de la corriente de aire interna en puntos de escape del sistema de ventilación natural.

Se realizaron mediciones de parámetros ambientales en espacios de ocupación regular para asegurar el confort de los ocupantes. Los parámetros medidos mediante el equipo EXTECH CO250, fueron la concentración de CO₂, temperatura y porcentaje de humedad relativa. Las mediciones se llevaron a cabo en el primer y tercer nivel con el fin de asegurar que fueran representativas, en las áreas de salas de estudio, comedores, oficinas y lavanderías. Cada uno de los espacios fue seccionado según su área, los valores reportados representan el promedio de las mediciones realizadas. Además, se realizaron mediciones de iluminación en los espacios regularmente ocupados (oficinas, sala de estudio, comedor, habitaciones de residencia y lavandería) con el fin de determinar si los niveles se encuentran dentro del rango de calidad LEED, 300 a 3 000 lux. La medición se llevó a cabo con el equipo EXTECH EN100. En los espacios de tamaño superior a los 14 m², como sala de estudio, comedor y lavandería, se procedió a dividir el área en cuadrículas no mayores a 3 metros de lado.

Relacionado con las condiciones de iluminación interior, se verificó la factibilidad de instalación de interruptores que permiten el ajuste de luminarias de acuerdo a las necesidades y preferencias de cada usuarios mediante fichas técnicas disponibles de las luminarias actuales del edificio

En la categoría de manejo de plagas dentro del edificio, fueron establecidos los requerimientos mínimos para la elaboración de un plan de manejo integrado de plagas.

Finalmente, se elaboró una encuesta que permitiera conocer el nivel de satisfacción de los ocupantes regulares respecto a las condiciones actuales del edificio. La encuesta abarcó las categorías de iluminación, confort térmico, ventilación, acústica y limpieza del edificio. Para establecer el nivel de satisfacción se establecieron cinco posibles respuestas para cada una de

las preguntas, con una puntuación de -2 a 2, desde el mayor grado de insatisfacción al mayor grado de satisfacción. Las encuestas fueron distribuidas en coordinación con la administración del edificio a residentes, personal de limpieza y administrativo.

4.2.7 Innovación (IN)

Se planteó el cumplimiento adicional de un programa de certificación ambiental, sello ambiental o reconocimiento al buen desempeño ambiental. En específico, se consideró la obtención del galardón Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), se detalló la información que se recomienda sea presentada para el cumplimiento del crédito. En conjunto, para la obtención de un punto adicional, se analizaron los créditos pilotos disponibles para el sistema LEED O+M: EB v4. Se seleccionó el crédito que se basa en el no requerimiento de torres de enfriamiento durante su operación. Finalmente, se detallaron las razones por las cuales se recomienda contar con un profesional acreditado para liderar el proceso de certificación del proyecto.

4.2.8 Prioridad regional (RP)

Se verificó mediante el sitio web del USGBC los créditos establecidos como prioridad regional para proyectos en Costa Rica. Se verificó cuáles de estos se cumplen actualmente o poseen estrategias establecidas para alcanzar su cumplimiento.

4.3 ESTIMACIÓN DEL POSIBLE PUNTAJE Y NIVEL DE CERTIFICACIÓN LEED

Se realizó una clasificación de las estrategias planteadas para cada uno de los créditos según su factibilidad de alcance. A partir de esta clasificación, se estimó el posible puntaje a obtener y el nivel de certificación que se podría alcanzar de ser implementadas las estrategias planteadas.

4.4 CREACIÓN DE LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO AMBIENTAL DE UN EDIFICIO BAJO EL SISTEMA LEED EB: O+M V4.

Se sintetizaron de manera general las principales acciones necesarias para mejorar el desempeño ambiental de una edificación, basándose en los lineamientos establecidos en la guía de referencia LEED, específicamente para edificios ya existentes en su etapa de operación y mantenimiento

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 ESTRATEGIAS PROPUESTAS PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN EL SISTEMA DE EVALUACIÓN LEED V4 EB: O+M.

En los siguientes apartados se presenta el análisis de la evaluación ambiental del nuevo edificio de residencias estudiantiles del ITCR considerando los prerrequisitos y cada uno de los créditos precisos en la norma, al igual que las estrategias planteadas para una futura certificación ambiental.

5.1.1 Locación y Transporte (LT)

5.1.1.1 LT Crédito 1. Transporte alternativo

A partir de la encuesta aplicada a los ocupantes regulares del edificio (estudiantes residentes, personal administrativo y de limpieza) se pudo definir los principales patrones de transporte desde y hacia el edificio. A pesar de haberse aplicado dos encuestas distintas, una para estudiantes residentes y otra para el personal que desarrolla sus funciones dentro del edificio regularmente, la tasa de transporte alternativo se analizó conjuntamente. Se consideraron, por lo tanto, un total de 66 ocupantes regulares, 61 estudiantes y 5 trabajadores (personal administrativo y de limpieza).

A partir de las respuestas obtenidas por parte de los todos los trabajadores, tomando en cuenta que el personal administrativo desempeña funciones de lunes a viernes, mientras que el personal de limpieza de lunes a sábado se determinó que la mayoría del personal se traslada por medio de autobús. El uso de medios de transporte alternativos, de lunes a viernes, es de un 100%, tal como se muestra en la Figura 5.1. No así los días sábado debido al uso de la motocicleta.

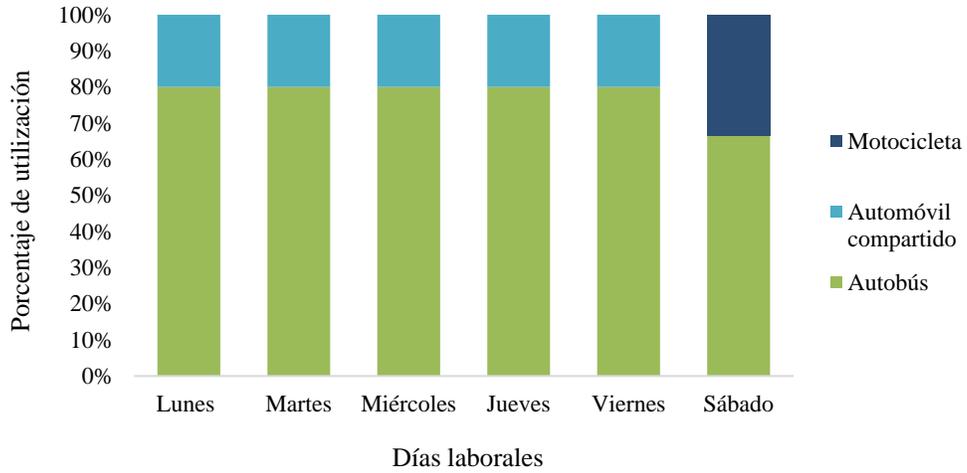


Figura 5.1. Distribución de patrones de desplazamiento del personal del edificio.

Por otro lado, en el caso de los estudiantes que residen dentro del edificio, se les consultó el medio de transporte que utilizan para desplazarse diariamente, considerando los días que se trasladan al campus. Se obtuvieron respuestas de parte de 43 estudiantes. En la Figura 5.2 se puede apreciar como en su totalidad se utilizan medios de transporte alternativos, tanto en días lectivos como durante el fin de semana.

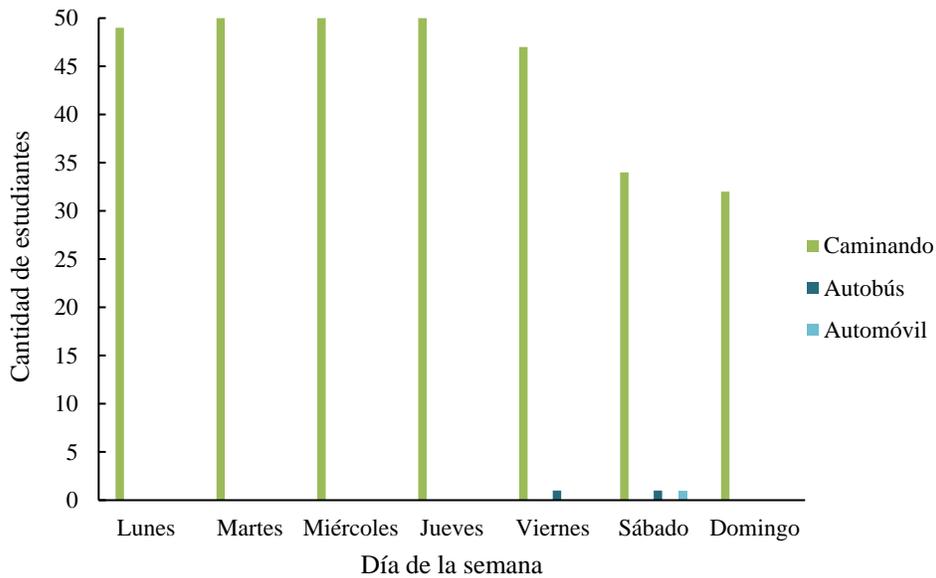


Figura 5.2. Patrones de desplazamiento de estudiantes residentes del edificio.

Debido a que en ocasiones los estudiantes viajan a su lugar de origen, se les consultó a cerca del medio de transporte que utilizan y la frecuencia con que lo hacen. A partir de la información recabada, se determinó que en total se realiza un promedio de 397 viajes por semestre. La figura 5.3 muestra los medios de transporte más utilizados porcentualmente para tales viajes. Se puede apreciar que solamente un 0,4% del total de los viajes semestrales se realiza por medio de un transporte convencional, mientras que el restante 99,6 % de los viajes se llevan a cabo mediante algún transporte alternativo.

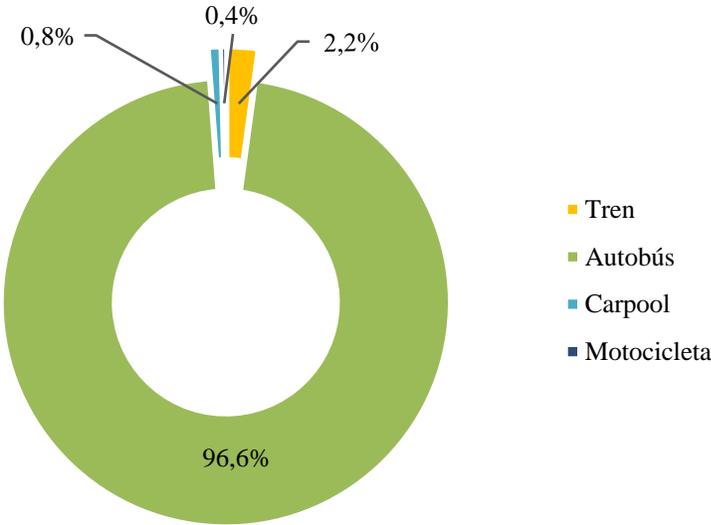


Figura 5.3. Distribución de patrones de desplazamiento semestral de estudiantes residentes hacia el lugar de procedencia.

Tras el análisis de los resultados es preciso documentarlos para fines de la evaluación. Se debe registrar la cantidad de ocupantes regulares, en este no se consideraron las personas visitantes por ser una cantidad mínima. Además, se debe registrar una descripción de la metodología de aplicación de la encuesta, así como los resultados de esta. En el Cuadro 5.1 se resumen los datos obtenidos.

Cuadro 5.1. Registro de patrones de transporte de los ocupantes regulares.

Parámetro	Resultado
Tasa de respuesta	83,3 %
Número de viajes totales de encuestados	721
Tasa de transporte alternativo de encuestados	92, 2 %
Número de viajes alternativos semanales realizados por quienes no respondieron	807
Número total de viajes a la semana	910
Tasa de transporte alternativo	88,7 %

Al obtener como resultado una tasa de transporte alternativo de un 88,7%, es posible obtener los 15 puntos que otorga el crédito. Sin embargo, no debe dejarse de lado que el edificio aún no se encuentra ocupado en su máxima capacidad, por lo que, una vez alcanzado el número máximo de residentes se debe realizar nuevamente la encuesta considerando esta condición y analizar los nuevos resultados.

Sumado a lo anterior, se recomienda asegurar la existencia de un área de parqueo para bicicletas, actualmente, se espera tenerlo disponible a corto plazo. Además, es recomendable realizar campañas que fomenten el uso de transporte público, o medidas como compartir automóvil y caminar entre los trabajadores del edificio.

Adicionalmente, se recomienda que los encargados de la implementación de estas estrategias sean el profesional LEED AP en coordinación con la Unidad Institucional de Gestión Ambiental y Seguridad Laboral (GASEL) y el departamento de administración de las residencias estudiantiles.

5.1.2 Sitios Sustentables (SS)

5.1.2.1 SS Prerrequisito 1. Política de gestión del sitio

El ITCR, al ser una institución pública y por su compromiso ambiental, posee un plan de gestión institucional (PGAI), donde se abarcan algunos de los aspectos tomados en cuenta por el sistema LEED. Las residencias estudiantiles, aunque forman parte de la institución y por tanto se incluye dentro del PGAI, para efectos de la evaluación ambiental es recomendable contar con una política propia de gestión. Al momento de desarrollo del proyecto la actualización del PGAI se encuentra en proceso de aprobación . El Cuadro 5.2 resume los principales aspectos ambientales considerados en el PGAI en conjunto con algunas de las medidas para lograr su mejoramiento; debido a que el documento se encuentra en período de aprobación podrían darse algunos cambios futuros. Se detallan aquellos directamente aplicables para la gestión del edificio.

Cuadro 5.2. Síntesis de compromisos ambientales establecidos en el PGAI del ITCR. (Fuente: GASEL, 2017).

Aspecto ambiental	Medida ambiental	Meta ambiental
Uso de sustancias peligrosas	Definir requerimientos para actualización del sistema de inventario. Desarrollar capacitaciones y actualizaciones al personal. Establecer tipo de envase, etiqueta y almacenamiento adecuado. Desarrollar medidas que disminuyan o mitiguen el riesgo de accidente químico.	Capacitar al 100% del personal correspondiente. Mejorar la gestión de inventarios de productos químicos mediante la cobertura del 90% del inventario.
Consumo de agua	Instalar equipos de uso eficiente del recurso hídrico. Campañas y capacitaciones de uso eficiente del recurso hídrico. Registrar el consumo de agua de la institución. Instalar y controlar medidores de agua en los edificios.	Disminuir el consumo per cápita de agua en 3%.

Continuación Cuadro 5.2.

Aspecto ambiental	Medida ambiental	Meta ambiental
Consumo de energía eléctrica	<p>Implementación de luminarias eficientes.</p> <p>Directriz de instalación de calentadores solares en lugar de duchas convencionales.</p> <p>Campañas de uso eficiente de la energía eléctrica.</p> <p>Implementación de tecnologías de eficiencia energética.</p> <p>Registrar el consumo de energía eléctrica.</p> <p>Cuantificar las reducciones de emisiones de gases con efecto invernadero</p>	Disminuir el consumo per cápita de energía eléctrica en 3%.
Generación de residuos sólidos	<p>Diseñar e implementar un plan de mejora en la gestión de los residuos sólidos.</p> <p>Tratar los residuos sólidos con gestores autorizados.</p> <p>Capacitar a la comunidad para una mejor separación de residuos.</p> <p>Directriz de eliminación de plástico de un solo uso.</p> <p>Elaborar un manual para la correcta separación de los residuos.</p> <p>Implementar tratamiento de compostaje para los residuos orgánicos.</p> <p>Registrar la generación de residuos sólidos.</p>	<p>Disminuir en un 5% la generación de residuos sólidos.</p> <p>Aumentar en un 10% la cantidad de residuos valorizables recolectados per cápita.</p>
Generación de aguas residuales	<p>Mantener la adquisición de productos de limpieza con menos impacto ambiental.</p> <p>Asegurar la existencia de recurso humano y económico para la operación de la planta de tratamiento.</p> <p>Asegurar la existencia de recurso humano y económico para la operación de la planta de tratamiento.</p>	Cumplir con el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales.

Continuación del Cuadro 5.2.

Aspecto ambiental	Medida ambiental	Meta ambiental
Construcción sostenible	Asistir a capacitaciones de construcciones sostenibles. Generar un manual de acciones o criterios ambientales a incluir según magnitud de la obra. Dar seguimiento a los indicadores de generación residuos e insumos de las construcciones.	Incluir criterios ambientales en el diseño de los edificios a partir del 2018. Aplicar las Especificaciones Técnicas Ambientales en un 100% de las construcciones.
Emisiones de fuentes móviles	Finalización y seguimiento e implementación del Plan de Movilidad Sostenible. Planificación e implementación del préstamo de bicicletas para la comunidad institucional. Planificación e implementación de una aplicación institucional para auto compartido. Seguimiento al plan de restauración forestal.	Disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero en 2%. Remoción de las emisiones de gases con efecto invernadero en un 3%.

Actualmente, dentro de las actividades habituales que se desarrollan dentro del proyecto no se incluye el uso o manejo de sustancias peligrosas. No obstante, se menciona en el cuadro anterior considerando un eventual cambio en las operaciones del edificio que incluya el uso o almacenamiento de estas sustancia. En cuanto a la generación de aguas residuales, al encontrarse el edificio dentro del campus del ITCR, todas las aguas residuales generadas son tratadas adecuadamente en la planta de tratamiento de la institución. Asimismo, uno de los aspectos principales dentro del PGAI es la educación ambiental, el cual incluye a toda la población institucional, es decir, funcionarios y estudiantes. Las iniciativas relacionadas con la sensibilización, capacitación y educación son puntos clave para lograr mantener buenas prácticas ambientales dentro del edificio de residencias, particularmente en las áreas de consumo eléctrico, gestión del recurso hídrico, generación y gestión de residuos sólidos, así como consumo de materiales y recursos.

Para el cumplimiento del prerrequisito se debe establecer una política de gestión del sitio, la cual, además de lo ya abarcado en el PGAI, se recomienda que incluya las medidas que se detallan en el Cuadro 5.3. El aspecto de remoción de hielo y nieve no es aplicable en este

caso debido a la posición geográfica del país, como tampoco es pertinente el uso de fertilizantes y herbicidas, ya que estos no son requeridos.

Cuadro 5.3. Estado actual y prácticas propuestas para el manejo del sitio. (Fuente: USGBC, 2013).

Aspecto operacional	Estado actual de gestión	Prácticas de gestión propuestas
Equipo de mantenimiento	Toda maquinaria perteneciente al sistema de contra incendios, al sistema de bombeo y elevadores reciben mantenimiento preventivo. En su mayoría, el mantenimiento se realiza de manera manual. La empresa subcontratada para la corta del césped trabaja con maquinaria que utiliza una mezcla de aceite y gasolina, 1 onza por litro, respectivamente. Al terminar la poda, se utilizan sopladores que funcionan a base de gasolina.	Sustituir algunas de las áreas verdes con plantas nativas o adaptadas para reducir el área de poda. Reemplazar equipos motorizados que utilicen combustibles fósiles, como los sopladores, por equipos eléctricos.
Mantenimiento exterior	Para la limpieza dentro y fuera del edificio se utilizan productos amigables con el ambiente. Se realizan limpiezas en seco. El lavado de pisos se realiza una sola vez al día con agua. Al finalizar el día se realiza limpieza en seco.	Maximizar estrategias de limpieza manual. Utilizar el mínimo de agua para el lavado final de paños de limpieza.
Control de erosión y sedimentación	En áreas exteriores se realizan barridos diarios. Se cuenta con un documento de Especificaciones Técnicas Ambientales (ETAs) para proyectos de construcción que contiene lineamientos tanto previos a la fase de construcción, como durante y para la fase de entrega del edificio.	Mantener cualquier tipo de residuo lejos de sistemas de drenaje. Asegurar la aplicación de las ETAs para cualquier modificación al edificio. Realizar inspección y mantenimiento periódico al sistema de aguas pluviales.
Manejo de residuos orgánicos	Actualmente se está es espera de la implementación del plan de separación de residuos orgánicos dentro del área de las cocinas, estos serán recolectados por una empresa privada para la alimentación de cerdos.	Realizar compostaje de residuos orgánicos provenientes de la vegetación dentro de los límites del proyecto.
Gestión de riego	No se realiza riego a zonas verdes.	En caso de restauración de vegetación nativa o adaptada, analizar la necesidad de riego. Considerar índice de precipitación estacional.
Almacenamiento de equipo y materiales	Todo el equipo y sustancias de limpieza se encuentran en los respectivos cuartos dentro del edificio. El equipo de mantenimiento no es almacenado, corresponde a las empresas subcontratadas.	Asegurar correcta ventilación del área de almacenamiento.

Como parte de la gestión energética dentro del edificio, se recomienda realizar evaluaciones de eficiencia energética a los equipos (lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradoras, cocinas, microondas, elevadores, sistemas de iluminación, sensores y otros). Por otro lado, es importante mantener las prácticas de concientización para reducir el consumo energético. Así como también deben incluirse dentro de la política de manejo del sitio, todas las mejoras que se identifiquen con la auditoría energética que establece la guía de referencia dentro de la sección de energía y atmósfera (EA), la cual se abarca en detalle más adelante.

Se recomienda que la implementación del plan de gestión del sitio esté a cargo de un representante de la GASEL, responsables establecidos según el PGAI y representante del departamento de administración del edificio.

5.1.2.2 SS Crédito 1. Desarrollo del sitio – Protección o restauración del hábitat

Si bien el nuevo edificio de residencias se encuentra dentro del terreno donde ya previamente se localizaban las demás residencias, por tanto, comparten áreas verdes; el límite del proyecto establecido coincide con el establecido durante el proceso de construcción. La Figura 5.4 muestra las áreas verdes contenidas dentro del límites LEED establecido.

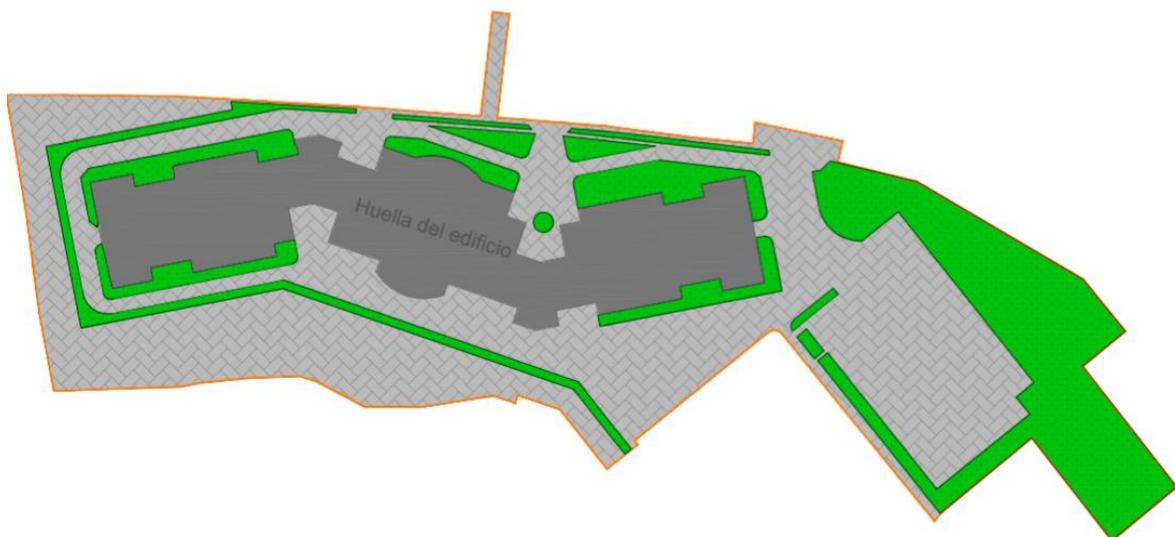


Figura 5.4. Identificación de áreas verdes del proyecto

El área del proyecto, incluyendo la huella del edificio es de 4 259,31 m². Se determinó que el área verde total es de 999,85 m², aproximadamente, valor superior al 20% del área del proyecto requerido por la LEED. Esta se encuentra cubierta prácticamente en su totalidad por césped, la presencia de otras especies vegetales nativas o adaptadas es escasa. La guía de referencia establece que el césped puede considerarse como una especie adaptada si no depende de la poda, riego y/o uso de fertilizantes para sobrevivir. Por lo tanto, bajo las condiciones actuales es posible obtener el puntaje del crédito. Sin embargo, para obtener un mejor desempeño ambiental, se aconseja, como proceso de restauración, la siembra de algunas especies arbóreas. Se seleccionaron especies arbóreas, de pequeño y mediano tamaño, permitidas según lo estipulado en el documento oficial de ETAs con el fin de promover y proteger la biodiversidad del sitio. En el Cuadro 5.4. se mencionan las especies nativas o adaptadas recomendadas.

Cuadro 5.4. Especies arbóreas recomendadas para siembra dentro del área del proyecto. Fuente: (GASEL, 2017) & (UICN, 2015).

Nombre común	Nombre científico	Tamaño	Altura máx. (m)
Dama	<i>Citharexylum donnell-smithii</i>	Mediano	20
Sotacaballo	<i>Luehea divaricata</i>	Mediano	25
Lorito	<i>Podocarpus oleifolius</i>	Mediano	25
Tucuico	<i>Ardisia compressa</i>	Pequeño	7
Uruca	<i>Trichilia havanensis</i>	Pequeño - Mediano	15
Murta	<i>Ugni molinae</i>	Pequeño	2

En términos de requerimientos ambientales se ajusta a los parámetros establecidos en la guía de referencia, como por ejemplo, no requerir de riego posterior a los dos años de plantación. A su vez, en su mayoría, son especies que atraen aves, permiten la conservación del suelo y mejora el proceso recarga acuífera (UICN, 2017).

Por último, se recomienda que implementación se lleve a cabo por parte del personal de mantenimiento en coordinación con la GASEL, la administración del edificio y profesional LEED AP. Además, se insta a la consulta de un profesional con conocimiento en el área forestal o biológica para el mantenimiento y mejoramiento de las zonas.

5.1.2.3 SS Crédito 2. Manejo de aguas pluviales

Actualmente, todas las plazoletas, aceras y área de parqueo del edificio cuentan con pavimento permeable. Para demostrar el cumplimiento del crédito se debe contar con datos históricos de precipitación de al menos diez años atrás. Los datos registrados por la estación meteorológica ubicada dentro del ITCR fueron proporcionados por el IMN y se presentan en el Cuadro 5.5.

Cuadro 5.5. Registro histórico de precipitación mensual media registrados por la estación N° 73123; ITCR, Cartago. (Fuente: IMN, 2017).

Precipitación media mensual (mm)												
Año	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2006	114,5	58,7	55,9	9,2	132,8	189,2	244,1	115,3	200,0	181,7	99,5	55,3
2007	40,6	37,2	23,7	62,9	285,0	50,0	127,6	257,6	143,1	255,3	144,4	168,2
2008	83,9	15,4	10,0	31,1	305,1	108,0	137,2	174,2	278,0	382,8	196,8	57,1
2009	32,6	68,6	20,2	5,8	95,7	267,7	94,0	114,4	38,3	197,9	77,2	32,2
2010	20,8	34,6	13,8	76,3	91,1	249,3	185,1	306,7	380,5	155,3	213,9	95,3
2011	70,3	13,8	15,2	3,4	113,4	201,2	194,8	104,0	112,4	397,8	86,2	85,6
2012	20,1	46,3	-	-	-	87,2	197,1	77,3	86,2	194,1	114,3	57,7
2013	7,1	3,6	58,8	11,6	-	-	83,0	79,5	243,8	155,1	121,5	16,4
2014	21,5	1,7	0,1	30,0	64,1	115,9	92,7	109,8	279,1	151,0	56,3	91,2
2015	102,9	24,5	11,0	7,2	103,5	246,7	127,0	20,6	124,4	206,0	128,0	29,0
2016	10,5	40,0	3,0	46,6	146,8	179,0	54,8	71,4	196,1	250,8	215,4	117,6
2017	88,5	20,4	22,0	40,8	437,6	227,4	97,2	238,0	-	-	-	-

A partir del conjunto de datos anterior, se determinó el valor correspondiente a la tormenta del percentil 95, haciendo uso de la herramienta habilitada por el USGBC en su sitio web. Se obtuvo un valor de 280, 87 mm. Considerando que se tiene un área impermeable de 1022 m², y, a partir del 25% de ésta se determinó el volumen de escorrentía generado. Para un volumen de escorrentía de 71,76 m³, se requiere un área permeable de 255,50 m². El área con la que se cuenta en este momento es de 2 224 m², aproximadamente. Por tanto, se satisfacen los requerimientos establecidos. Por otra parte, se recomienda realizar inspecciones regulares en el terreno, especialmente durante la época lluviosa, para confirmar siempre un correcto drenaje y, de esta forma, permitir la infiltración del agua al suelo. Al igual que se requiere mantenimiento periódico al pavimento permeable de manera que se eliminen las partículas

incrustadas y se evite el crecimiento de césped entre los adoquines para que el agua puede infiltrarse correctamente.

Se recomienda que los encargados sean el personal de mantenimiento, la administración del edificio y el profesional LEED AP.

5.1.2.4 SS Crédito 3. Reducción del efecto isla de calor

Las áreas techadas del proyecto poseen una lámina de hierro esmaltado blanco con aislante térmico de 8 mm de espesor. Según muestra la ficha técnica de la lámina, estas poseen un factor de emisión de calor igual a 0,06 y una reflectancia de 0,94, determinado mediante las pruebas ASTM C1371 y E903, respectivamente. En general, este tipo de cubiertas posee un SRI de 82, según la información del Cuadro 5.6. El techo del proyecto varía en el tipo de pendientes, siendo el 56% de estas clasificadas con una pendiente alta (superior a 2:12), en ambos casos se identifica que el valor del SRI se encuentra por encima del mínimo solicitado por LEED EB: O+M.

Cuadro 5.6 SRI para algunos tipos comunes de cubiertas de techo. (Fuente: USGBC, 2009).

Tipo de cubierta	Reflectancia solar	Emisión infrarroja	Aumento de temperatura (°C)	SRI
Monómero de etileno propileno dieno (EPDM) gris	0,23	0,87	20,0	21
Teja asfáltica gris	0,22	0,91	19,4	22
Baldosas de concreto no pintadas	0,25	0,90	18,3	25
Superficie bituminosa granular blanca	0,26	0,92	17,2	28
Baldosas de arcilla roja	0,33	0,90	14,4	36
Grava ligera sobre techos contruidos	0,34	0,90	13,9	37
Recubrimiento de aluminio	0,61	0,25	8,9	50
Grava pintada de blanco sobre techos contruidos	0,65	0,90	-2,2	79

Continuación Cuadro 5.6.

Tipo de cubierta	Reflectancia solar	Emisión infrarroja	Aumento de temperatura (°C)	SRI
Pintura blanca sobre techos metálicos	0,67	0,85	-2,2	82
EPDM blanco	0,69	0,87	-3,9	84
Baldosas de concreto blanco	0,73	0,90	-6,1	90
Pintura blanca, 1 capa, 8 milésimas de pulgada (mils)	0,80	0,91	-10,0	100
PVC blanco	0,83	0,92	-11,7	104
Pintura blanca, 2 capas, 20 mils	0,85	0,91	12,8	107

Debido a que es necesario presentar toda la información respaldada por el fabricante, se determinó un SRI a partir de los datos de emisividad y reflectividad reportados en la ficha técnica. Se siguió lo establecido en la norma ASTM E1980, tal como se indica en la guía de referencia LEED. Se obtuvieron valores de SRI correspondientes a condiciones de vientos bajos, medios y altos (104, 110, 114, respectivamente). El cumplimiento se verifica con un SRI promedio de 109, el cual se encuentra por encima del valor mínimo requerido para la aprobación del crédito.

Se clasificaron las distintas áreas del proyecto para la obtención del puntaje del crédito, en el Cuadro 5.7. se presentan los valores de cada una de ellas. El área cubierta por los colectores solares del sistema de calentamiento de agua fue tomada en cuenta, considerando que se tienen dieciséis colectores solares, por lo que del área techada se excluyeron los 56 m² que aproximadamente abarcan los paneles.

Cuadro 5.7. Registro y clasificación de áreas dentro del límite LEED del proyecto.

Área	Magnitud (m ²)
Techada con alto SRI	967
Techada con vegetación	0
Techada total	967
No techada total	3237
Verde	1013
Pavimentada	2224

A partir de los datos anteriores se verifica el cumplimiento de la ecuación 5 (ver Apéndice 1), teniendo como resultado:

$$7\,763\,m^2 > 3\,191\,m^2$$

Por lo que se logra asegurar la primera de las consideraciones para la obtención del puntaje. Asimismo, tal como se mencionó en el primero de los créditos de esta categoría, se deben plantar especies arbóreas que proporcionen sombra en áreas pavimentadas, especialmente. El beneficio de la sombra lo aportarán, principalmente, las especies de mayor tamaño, sin embargo todos ayudarán a reducir el efecto de isla de calor. Se recomienda que la siembra se lleve a cabo en el área verde cercano al área de estacionamiento. Una recomendación de distribución de especies se muestra en la Figura 5.5, para su elaboración se tomó en cuenta la distancia recomendada por el experto forestal, el M.Sc. Gustavo Torres (comunicación personal, Octubre 2, 2017). Las especies medianas se identifican en la figura con la letra M, mientras que las de menor tamaño con la letra P.



Figura 5.5. Propuesta de ubicación de especies arbóreas dentro del límite del proyecto.

Es importante mencionar que la distancia recomendada entre especies pequeñas debe ser de al menos 3 metros, entre especies medianas 6 metros, al igual que entre ambas. Esta misma distancia debe mantenerse con cualquier tipo de construcción por medidas de seguridad.

Adicionalmente, es necesario implementar un plan de mantenimiento para las superficies techadas indicando que se deben aplicar protocolos de limpieza con una frecuencia de al menos tres años. Finalmente, se recomienda que los encargados de la implementación del proyecto sean el profesional LEED AP, el departamento de administración del edificio y personal de mantenimiento.

5.1.2.5 SS Crédito 4. Reducción de la contaminación lumínica

El edificio cuenta con 19 postes de alumbrado dentro del límite de evaluación establecido, cada uno de ellos cuenta con luminarias LED, con un flujo luminoso de 16 000 lm. A partir de la ficha técnica se puede corroborar que poseen una cubierta en la parte superior de la

luminaria, lo que no permite que se emita luz por encima del nivel horizontal. La Figura 5.6. permite verificar lo anterior y muestra en detalle la luminaria marca “Construlita”.



Figura 5.6. Detalle de luminaria de uso exterior. (Fuente: Ficha técnica Construlita).

Con lo anterior se logra asegurar el cumplimiento del crédito, adicionalmente, se debe documentar el horario de funcionamiento.

Se recomienda que el encargado de la implementación sea el profesional LEED AP a cargo y el equipo de mantenimiento.

5.1.2.6 SS Crédito 5. Gestión del sitio

Tal como se indicó en el apartado del SS Prerrequisito 1, se utiliza productos sostenibles para las actividades de limpieza y aseo de edificio, tanto en áreas exteriores como en el interior de éstas. Se encuentran incluidas dentro del PGAI medidas ambientales para mejorar y prevenir aspectos de contaminación atmosférica, erosión y sedimentación. A su vez, se regula y minimiza la aplicación de fertilizantes químicos de manera general en toda la institución, no obstante, cabe mencionar que dentro del proyecto no son utilizados para el mantenimiento del área verde. Aún más, la regulación y monitoreo del sistema de riego no es aplicable, ya que el área verde no lo requiere. En cuanto al almacenamiento de equipos y materiales, todo lo respectivo a la limpieza de la edificación se mantiene en cuatro cuartos dispuestos exclusivamente para tal fin. Mientras que el almacenamiento del equipo de mantenimiento le compete a las empresas subcontratadas. Se debe establecer un vínculo con la empresa encargada para verificar condiciones de almacenamiento de equipo adecuados.

Por otra parte, se debe eliminar el uso de sopladores y cortadores de césped que funcionen con gasolina. Si bien la compañía encargada posee cortadores que requieren una menor cantidad de combustible fósil, ya que operan con una mezcla de gasolina-aceite, se debe migrar al uso de equipos eléctricos. En caso de que la empresa encargada no pueda cumplir con el cambio de maquinaria, se recomienda la contratación de una empresa que sea capaz de cumplir con lo requerido. Por otro lado, el equipo podría ser adquirido propiamente por la institución, para uso general de todas las instalaciones, o bien, como parte del equipo de mantenimiento de las residencias estudiantiles.

Por último, se aconseja que la implementación se lleve a cabo por parte de un representante de la GASEL, encargados correspondientes según el PGAI, personal del departamento administrativo del edificio y el profesional LEED AP.

5.1.2.7 SS Crédito 6. Plan de mejora del sitio

Por medio del PGAI gran parte de los requerimientos de este crédito se cumplen. Deben realizarse los cambios detallados previamente para el cumplimiento del prerrequisito de esta sección. En relación con el elemento hidrológico, dentro del área del proyecto no se encuentra ningún cuerpo de agua superficial. No obstante, la siembra de árboles que se recomendó en el SS crédito 1 y 3, favorece a su vez el proceso infiltración del agua. La presencia de bloques permeables en toda el área pavimentada promueve también este proceso. En conjunto, se disminuye la alteración de la recarga natural de las zonas acuíferas cercanas. En cuanto a la reducción del consumo de agua potable, la administración mantiene un compromiso de conservación del recurso hídrico. Se realizan campañas de concientización y fomento de buenas prácticas de consumo, además, se cuenta con dispositivos de bajo consumo.

En cuanto a la vegetación presente, la siembra de árboles facilitará el cumplimiento de varios créditos simultáneamente. Para este crédito en particular, será beneficioso para alcanzar una reducción del área cubierta por césped. Las especies sembradas deben ser nativas o adaptadas

para evitar el requerimiento de fertilizantes y riego excesivo, en el Cuadro 5.4 se detallan las especies recomendadas. Todas las especies deben ser documentadas.

Dentro del plan debe incluirse una caracterización del suelo. Al ser un edificio construido recientemente, puede valerse del estudio de suelos realizado para la obtención de la viabilidad ambiental de la construcción. En este se informa que se caracterizan principalmente por ser suelos limosos y arcillosos de alta plasticidad, se establece la existencia de niveles freáticos a distintas profundidades, los cuales debido a su condición de arcillosa saturan el suelo (Benavides, 2013). Del mismo modo, se debe incluir el detalle del área perturbada, la cual también fue identificada en los estudios de viabilidad ambiental. Dentro del plan de gestión ambiental del Proyecto de Mejoramiento de la Educación Superior (PMES), del cual forma parte el edificio, se señala que al momento de finalización del proceso constructivo se llevaría a cabo la restauración del sitio, con el fin de lograr alcanzar condiciones del sitio previas a la construcción en la medida de lo posible (Benavides, 2013).

Finalmente, se recomienda que estén a cargo de la GASEL, responsables establecidos dentro del PGAI y del departamento administrativo del edificio, así como del profesional LEED.

5.1.3 Uso eficiente del agua (WE)

5.1.3.1 WE Prerrequisito 1. Reducción del consumo de agua interno

Para el cumplimiento de este de prerrequisito se calculó el consumo de línea base a partir de datos establecidos en el Código Internacional de Plomería (IPC, por sus siglas en inglés), debido a que al presente el edificio no cuenta con un medidor propio mediante el cual se pueda registrar el consumo mensual.

Se identificó cada uno de los accesorios instalados en el edificio, estos fueron clasificados según su uso tal como se muestra en el Cuadro 5.8. Son accesorios de uso público, todos aquellos que se encuentran en las áreas comunes del edificio, mientras que las duchas y demás accesorios de uso privado se ubican dentro de las habitaciones de los estudiantes.

Cuadro 5.8. Inventario de accesorios de plomería instalados en el edificio.

Accesorio	Tipo de uso	Nivel				Total
		Primer	Segundo	Tercero	Cuarto	
Inodoro	Privado doble descarga	4	12	12	12	40
	Privado bajo consumo	8	0	0	0	8
	Público doble descarga	3	3	3	3	12
	Público bajo consumo	2	2	2	2	8
Mingitorio	Público	2	2	2	2	8
Lavabo	Privado	12	12	12	12	48
	Público	6	6	6	6	24
Bebedero	Público	1	1	1	1	4
Fregadero	Público	4	4	4	4	16
Ducha	Privada	8	8	8	8	32

Si bien estudiantes y empleados se consideraron como ocupantes regulares del edificio, fue necesario identificar la cantidad de días que ocupan el edificio durante el año. Por un lado, se consideró que el personal administrativo labora un total de 255 días al año, mientras que el personal de limpieza lo hace durante 314 días. Los residentes ocupan el edificio la mayoría del año, 350 días al año, considerando únicamente dos semanas en las que se encuentren ausentes por motivo de vacaciones. Además, se asume una relación hombre : mujer de 50:50 para el caso de residentes, no así para el caso de la distribución personal que labora en el edificio. Al momento, son cuatro mujeres y un hombre quienes desempeñan sus labores dentro de las residencias. El Cuadro 5.9 presenta la línea base de consumo interno determinada a partir de valores de consumo establecidos en la guía de referencia.

Cuadro 5.9. Registro de consumo de línea base para el nuevo edificio de residencias del ITCR.

Accesorio	Tipo de usuario	Consumo unitario		Tiempo de uso (s)	Cantidad usuarios	Usos diarios por usuario	Total usos diarios	Consumo diario (l/día)	Consumo anual (m ³ /año)
Inodoro mujer	Empleados	6,0	lpf*	n/a	4	3	12,0	72,0	20,5
	Residentes			n/a	30,5	5	152,5	915,0	320,2
Inodoro hombre	Empleados	6,0	lpf*	n/a	1	1	1,0	6,0	1,9
	Residentes				30,5	5	152,5	915,0	320,2
Orinal	Empleados	3,8	3,8	n/a	1	2	2,0	7,6	2,4
	Residentes				30,5	2	61,0	231,8	81,1
Lavabo público	Empleados	1,9	lpm**	30	5	3	15,0	14,2	4,1
Lavabo privado	Residentes	8,3	lpm**	60	61	5	305,0	2531,5	886,0
Ducha	Residentes	9,5	lpm**	480	61	1	61,0	4636,0	1622,6
Fregadero	Empleados	8,3	lpm**	15	5	1	5,0	10,4	3,0
	Residentes			60	61	4	244,0	2025,2	708,8
Total									3971

*lpf: litros por descarga

**lpm: litros por minuto

Partiendo de los datos anteriores, se tiene un consumo mensual de de 331 m³. Para lograr el cumplimiento del prerrequisito, se debe obtener una reducción del 20% en el consumo de agua interno, puesto que se trata de un edificio construido y habitado posterior al año 1995. A pesar de contar con algunos dispositivos que permiten reducir el consumo de agua, como inodoros de doble descarga (4,1 y 6 litros por descarga) y bajo consumo (4,8 litros por descarga), orinales secos, grifería de lavamanos con aireadores adaptados, duchas y grifería de cocina de aspersión, no es suficiente para cumplir con el porcentaje de eficiencia requerido. El cuadro 5.10 muestra el consumo anual calculado a partir de los accesorios que actualmente se utilizan. Los valores de consumo de los inodoros se establecieron considerando que aquellos de bajo consumo se encuentran en ocho cuartos exclusivamente, los cuáles no se encuentran habitados por el momento. Debido a esta razón, no se consideró su por parte de los residentes. Por otro lado, sí se consideró la utilización por parte del personal que desempeña sus labores dentro del edificio, tomando en cuenta que del total de inodoros en áreas comunes, el 40% son de bajo consumo, mientras que el restante 60% son

servicios sanitarios de doble descarga. Se utilizó un valor promedio de consumo por parte de los inodoros de doble descarga, el detalle del cálculo se presenta en el Apéndice 1.

Cuadro 5.10. Registro de consumo de línea base actual del nuevo edificio de residencias del ITCR.

Accesorio	Tipo de usuario	Consumo unitario		Tiempo de uso (s)	Cantidad usuarios	Usos diarios por usuario	Total usos diarios	Consumo diario (l/día)	Consumo anual (m ³ /año)
Inodoro mujer	Empleados	4,8	lpf	n/a	4	3	12,0	34,8	5,5
	Residentes	4,8	lpf	n/a	30,5	5	152,5	23,0	269,5
Inodoro hombre	Empleados	5,0	lpf	n/a	1	1	1,0	2,9	0,9
	Residentes	4,8	lpf	n/a	30,5	5	152,5	1,9	0,6
Orinal	Empleados	5,0	lpf	n/a	1	2	2,0	770,1	269,5
	Residentes	0,0	lpf	n/a	30,5	2	61,0	0,0	0,0
Lavamanos público	Empleados	5,8	lpm	30	5	3	15,0	43,5	12,6
Lavamanos privado	Residentes	5,8	lpm	60	61	5	305,0	1769,0	619,1
Ducha	Residentes	9,5	lpm	480	61	1	61,0	4636,0	1622,6
Fregadero	Empleados	4,9	lpm	15	5	1	5,0	6,2	1,8
	Residentes	4,9	lpm	60	61	4	244,0	1207,8	422,7
Total									3225

*n/a: no aplica

Basándose en los resultados del cuadro anterior, el consumo mensual es de 269 m³/mes, lo cual representa una eficiencia del 19%. A pesar de lograr una reducción interna en el consumo de agua y acercarse significativamente al valor mínimo establecido por en la guía de referencia LEED del 20%, no resulta suficiente. Al analizar el mayor de los consumos por cada uno de los accesorios, el Cuadro 5.10 hace notar que se trata del uso de la ducha. Se recomienda realizar un cambio por duchas de menor consumo. De acuerdo con la Guía Técnica para la eficiencia en el uso del agua y energía de las nuevas edificaciones en Costa Rica (2017), los cabezales de ducha considerados como dispositivos de bajo consumo no deben implicar una tasa mayor a 8 l/min a una presión de 551,6 KPa. Realizar el cambio por duchas que tengan como máximo un ese consumo, implicaría conseguir un porcentaje de eficiencia del 25%. Consecuentemente, el desempeño llegaría a ser aún mayor, con lo que, a su vez, se lograría obtener cierto puntaje a partir de lo establecido en el crédito 2 de esta sección.

En adición a lo anterior, se debe presentar toda la documentación por parte del fabricante de los accesorios de plomería instalados al momento de la certificación. Así como también se debe comprobar que todo dispositivo adquirido cumple con la política de compras del proyecto.

Es importante hacer notar la necesidad de realizar el mismo análisis desarrollado en esta sección una vez que el edificio se encuentre ocupado al 100% y conocer la distribución real de hombre y mujeres del edificio, así como la cantidad de residentes ubicados en la primera nivel del edificio, donde se cuenta con los inodoros de menor gasto.

Por último, se recomienda que la implementación esté a cargo de la unidad de gestión ambiental, departamento de administración del edificio en conjunto con el departamento de mantenimiento y el profesional LEED AP.

5.1.3.2 WE Prerrequisito 2. Medición de consumo de agua por edificio

El abastecimiento del recurso hídrico está a cargo del acueducto de la Municipalidad de Cartago, el cual brinda el servicio a toda la institución. Sin embargo, por el momento se cuenta con un único medidor para el área de residencias, es decir, se contabiliza en conjunto los consumos de cada edificio. Por lo tanto, no es factible conocer el consumo hasta el momento por parte del edificio. Dentro de las acciones de acción descritas en el PGAI, se señala entre las medidas a tomar la implementación de dispositivos de medición que permitan conocer el consumo por edificio. Para el cumplimiento del prerrequisito, se debe, en primera instancia, instalar un medidor en la línea principal de abastecimiento del edificio. De tal manera que sea posible llevar a cabo un registro mensual del consumo. El registro mensual debe ser compartido con el USGBC. Es importante mencionar, que el registro debe ser contener datos, como mínimo, de un año.

Adicionalmente, se pueden llevar a cabo mediciones más frecuentes, ya sea de manera semanal o diaria, lo que permitiría identificar puntos y horas de consumo máximo. De esta forma, nuevas mejoras pueden ser implementadas basándose en el comportamiento del

consumo. Como parte de la documentación a presentar se requiere, además, documentar con detalle información (ubicación y tipo de dispositivo) respecto a todos los medidores instalados. Así como también, una declaración que exponga el compromiso a compartir los datos registrados.

Por último, se recomienda que los encargados del proyecto sean el profesional LEED AP y la Unidad Institucional de gestión ambiental.

5.1.3.3 WE Crédito 1. Reducción del consumo de agua exterior

Tal como se ha señalado previamente, el área verde está cubierta totalmente por césped, el cual no requiere de mantenimiento especial. Por lo tanto, de acuerdo con lo señalado por el encargado de mantenimiento, ninguna forma de riego se aplica a estas zonas. Además, las especies arbóreas que se recomiendan plantar en el área, al ser especies nativas, no requerirán irrigación adicional posterior a los dos años una vez sembrados.

Adicionalmente, deben hacerse cargo el profesional LEED AP y el personal de mantenimiento responsable.

5.1.3.4 WE Crédito 2. Reducción del consumo de agua interno

De acuerdo con lo recomendado en el WE Prerrequisito 1, si como mínimo se modifican las cabeceras de duchas por aquellas que tengan al menos un consumo de 8 lpm, se lograría una reducción del 25,23%. En este caso, el porcentaje adicional sería un 5,23%, por lo que se lograría cumplir con el requisito, más no con lo establecido en este crédito.

Sin embargo, si la modificación se da por modelos que impliquen un consumo de 5,7 lpm (1,5 gpm) se lograría un porcentaje de reducción del 30%, lo que significa un 10% adicional, permitiendo la obtención de un punto. Se considera esta única modificación, debido a que se trata de una construcción muy reciente, en años futuros las piezas como la grifería de lavamanos puede ser modificada. Por ejemplo, podría considerarse el cambio por grifería que

represente consumos cercanos a los 0,5 gpm (2,27 lpm). Se proponen dispositivos con estas tasas de consumo con el fin obtener ahorros significativos, teniendo en consideración que actualmente el consumo en los lavabos es de 5,8 lpm, aproximadamente, el cual es un valor ya bajo. Esta modificación podría tener lugar, en primera instancia, en los cuartos de habitación debido a la frecuencia de uso.

Para realizar el cambio de accesorios se recomienda los cabezales para duchas marca Acualogica, modelo Earth, con un consumo máximo de 1,5 gpm. Esto representaría un ahorro cercano al 30%, considerando únicamente el tasa de consumo al utilizar las duchas. De acuerdo a la información proporcionada el precio unitario es, aproximadamente, 8,475 colones, tomando en cuenta que de las cuarenta y ocho habitaciones, la modificación se puede realizar en cuarenta de ellas, el costo total es de 339 000 colones. Esto debido a que ocho habitaciones del primer nivel, utilizan un sistema de ducha manual. El ahorro monetario que se obtendrá se será más notorio al estar el edificio completamente ocupado, para ese momento el ahorro anual, considerando solamente el uso de las duchas, será de 4 864 m³ de agua, aproximadamente. Evaluándolo como un beneficio económico, mensualmente, representaría un ahorro de 464 107 colones, por lo que de manera anual implicaría un ahorro de 5 569 280 colones. Los cálculos anteriores se realizaron tomando en cuenta el rubro de la tarifa de consumo de agua potable tipo preferencial que maneja el Acueducto de la Municipalidad de Cartago (R, Valderrama, comunicación personal, Octubre 9, 2017).

Finalmente, se recomienda el proyecto esté a cargo del profesional LEED AP y el departamento de mantenimiento.

5.1.3.5 WE Crédito 3. Consumo de agua de torre de enfriamiento

Debido a que el proyecto no cuenta con sistemas de enfriamiento o condensadores, el presente crédito no resulta aplicable, por lo tanto, no se opta por un planteamiento estratégico.

5.1.3.6 WE Crédito 4. Medición del consumo de agua

De acuerdo con los planos arquitectónicos del edificio, se recomienda la instalación de medidores que permitan conocer el comportamiento de consumo por sectores dentro del edificio. Se excluye la zona externa del proyecto debido al nulo requerimiento de riego. Se establece, en primer lugar, la instalación de medidores en salida de agua caliente de cada uno de los tanques. La medición en este punto representaría el consumo de agua en lavamanos, tanto de baterías de servicios sanitarios como de habitaciones, fregaderos en áreas de cocina y duchas en los cuartos de habitación. Al analizar los planos de las instalaciones hidráulicas, se determinó que el establecimiento de medidores por tipos de aparatos de plomería no es posible ya que se cuenta con un sistema de tubería ramificado por piso. Por lo tanto, se recomienda instalar medidores que permitan el registro de consumo por ala en cada nivel del edificio, y de esta forma, según la distribución habitacional se lograría determinar tendencias de consumo.

Para finalizar, se recomienda que la implementación se encuentre a cargo del profesional LEED AP, GASEL y representante de la oficina de ingeniería del ITCR.

5.1.4 Energía y Atmósfera (EA)

5.1.4.1 EA Prerrequisito 1. Mejores prácticas para la gestión de eficiencia energética

Como primer paso para el cumplimiento del prerrequisito se identificaron los sistemas de consumo eléctrico y las condiciones generales de gestión. A diferencia del sistema de abastecimiento de agua potable, el edificio cuenta con un medidor propio para registrar el consumo eléctrico. Sin embargo, debido a que no se encuentra ocupado a un 100% y el edificio aún no cumple con un año de operación, los consumos hasta el momento no resultan representativos para efectos de presentación de documentación del estado actual.

El conjunto de sistemas eléctricos del proyecto se conforma, principalmente, por el funcionamiento del sistema de iluminación, uso de computadoras por parte de los estudiantes

residentes y de dos funcionarios de la institución, sistema de bombeo, sistema de calentamiento de agua y conjunto de electrodomésticos, donde se incluyen lavadoras, secadoras, cocinas y refrigeradoras.

El sistema de iluminación cuenta con sensores de movimiento en toda el área de pasillos en cada uno de los cuatro niveles del edificio, de este forma se trata de reducir el consumo por iluminación. La edificación cuenta con luminarias tipo de LED, no obstante, no en todo el conjunto. El Cuadro 5.11 indica el detalle los tres tipos de luminarias instaladas.

Cuadro 5.11. Inventario de luminarias del nuevo edificio de residencias. (Fuente: Capón, 2017).

Cantidad	Marca	Modelo	Tecnología luminaria	Consumo (W)	Flujo Luminoso (lm)
12	Sylvania	507-EO-48-2	Fluorescente (T8)	58	5400
344	Sylvania	LED 150	Fluorescente	52	1800
52	Sylvania	547-EO-48-3	Fluorescente (T8)	89	8100
32	Sylvania	547-EO-48-3 (Emergencia)	Fluorescente (T8)	89	8100
4	Tecnolite	WMP-70	Fluorescente	70	4550
18	Tecnolite	H-425/ACI	Fluorescente	60	200
108	Cooper	SLD 600	LED	12,2	800
18	Construlita	RE2003G	LED	4,5	100

A partir de los datos anteriores, se establece que un 62% de las luminarias instaladas con fluorescentes regulares, mientras que un 21% son aquellas con tecnología LED. A pesar de ser estas últimas la tecnologías más eficiente y con una vida útil superior, no se encuentran instaladas en todo el edificio, sino las áreas de servicios sanitarios, lavandería y secciones específicas de las salas de estudio. Por otro lado, la mayoría de las luminarias trabajan con una tecnología fluorescente, los cuales según el personal de mantenimiento presentan algunos inconvenientes y requieren ser cambiados con mayor frecuencia.

En cuanto al sistema de electrodomésticos, se compone del conjunto de lavadoras y secadoras de ropa, cocinas, microondas y refrigeradoras. La edificación posee un total de cuarenta y ocho refrigeradoras, treinta y dos cocinas, ocho microondas, doce lavadoras y ocho

secadoras de ropa en todo el edificio. El uso de estos equipos se encuentra siempre a disposición de los residentes.

Por otra parte, el sistema de calentamiento de agua, si bien utiliza fundamentalmente energía solar para su funcionamiento, una vez que la temperatura del agua almacenada en el tanque se encuentra por debajo de los 20°C, entra en funcionamiento una resistencia eléctrica para aumentar la temperatura del agua. Este proceso tiene lugar en tres ocasiones por día.

Otro de los puntos que se deben abarcar son los planes de mantenimiento del equipo del edificio. Actualmente, según la información brindada por el departamento de mantenimiento, todas las labores de mantenimiento se llevan a cabo por parte de la compañía responsable del equipo, o en su defecto, por una empresa subcontratada. El sistema contra incendios, alarma de incendios, sistema de bombeo, sistemas de lavado, ascensor y la planta eléctrica de emergencia reciben mantenimiento preventivo de manera periódica. Por el momento no se cuenta con un cronograma, no obstante, las acciones se llevan a cabo de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes de los equipos y sistemas. Por lo tanto se recomienda utilizar estos para la elaboración del cronograma.

Como parte de los requerimientos, se debe presentar toda la documentación actualizada sobre los sistemas previamente mencionados, planos eléctricos del edificio, secuencia operacional de los equipos y el plan de mantenimiento y operación del edificio. Este último debe contener un resumen de las operaciones que tienen lugar dentro del proyecto, horarios y modos de operación. Se recomienda que para la elaboración del plan operacional se diferencien las distintas áreas dentro del edificio, por ejemplo, baterías sanitarias, comedores, área de lavandería, oficinas, salas de estudio y habitaciones.

En cuanto a la ocupación del edificio, al ser un edificio habitacional principalmente, su operación es continua durante los 365 días del año, por lo que el funcionamiento de cada uno de los sistemas está sujeto a prácticas personales y horarios de cada uno de los residentes. A pesar de esto, es importante detallar los períodos de vacaciones donde se esperaría una disminución en el consumo eléctrico, teniendo en consideración que el personal

administrativo y de limpieza continúan desarrollando sus labores, así como parte de la población estudiantil que permanece también durante este período.

La secuencia de operación de todos los sistemas forma parte de la información que se debe proporcionar, refiriéndose al modo de operación. El sistema de alarma contra incendio, tanque de agua caliente y el sistema de iluminación de pasillos y baterías sanitarias son los sistemas que entran en funcionamiento por factores externos como temperatura y movimiento. Mientras que los demás sistemas funcionan a voluntad del usuario mediante comandos de encendido y apagado.

Tras la preparación de la documentación anterior, el siguiente paso requerido es la conducción de una auditoría energética, basada en los lineamientos del ASHRAE para una auditoría preliminar y una de primer nivel para edificios comerciales o equivalentes. Llevar a cabo una auditoría de este tipo permitirá la identificación de aspectos de mejora con el fin de obtener un mayor desempeño ambiental y ahorros cuantitativos en términos económicos y de consumo. Por lo tanto, tras el proceso de auditoría se requiere la elaboración de un registro de las medidas recomendadas con sus respectivos costos de implementación, ahorro implicado y el período de retorno tras la inversión.

La auditoría puede llevarse a cabo por parte algún miembro del equipo, o bien, por un auditor de tercera parte. Se recomienda que el equipo auditor esté conformado por un auditor energético y representantes de los departamentos de gestión ambiental, administrativo y de mantenimiento.

De acuerdo con lo establecido por la ASHRAE, la auditoría energética nivel 1 permitirá la identificación de aspectos por mejorar para reducir tasas de consumo y costos operativos mediante la revisión visual y análisis de registros de sistemas mecánicos, eléctricos y de sistema de plomería (ASHRAE, 2004). Para esto se requiere contar con un registro de datos de consumo periódicos, de al menos un año, sin embargo, la LEED recomienda que maneje un registro de los últimos tres años.

Como parte de los requerimientos es necesario presentar un reporte de la auditoría llevada a cabo, según la ASHRAE (2004), el reporte debe incluir cada uno de los siguientes detalles:

- Cuantificación de los ahorros potenciales, posibles ahorros y mejoras en capital.
- Información sobre las no conformidades encontradas tras el análisis de consumos mensuales y sus posibles causas.
- Índice energético comparativo con edificios equivalentes, mostrando metodología utilizada.
- Costo total de energía y demanda según tipo de combustible para el último año de operación, incluir información de los dos años anteriores, si se encuentra disponible.
- Resumen de problemas detectados durante la auditoría preliminar.
- Un listado de medidas de bajo costo o sin costo implicado.

Tras el proceso de evaluación energética se requiere la elaboración de un resumen de los detalles anteriores.

Por último, se recomienda que los responsables de la implementación sean el profesional LEED AP, representante GASEL, encargado del departamento de mantenimiento y de la administración del edificio, así como del auditor energético.

5.1.4.2 EA Prerrequisito 2. Eficiencia energética mínima

El cumplimiento de este prerrequisito actualmente no es verificable. Debido al corto período de operación y a que este no se encuentra ocupado en su máxima capacidad, se consideró que una comparación de los datos de consumo reportados hasta el momento no sería un análisis representativo.

Por lo tanto, se recomienda primordialmente, la elaboración de un registro adecuado, tanto para el edificio en cuestión, como para los demás reportados. Se aconseja de igual forma la instalación de medidores eléctricos por edificio. Se debe iniciar el registro de datos con la mayor brevedad posible. Una vez que se cuenten con registros adecuados se podrá realizar

la verificación de reducción mínima de consumo de un 25%, lo cual puede ser verificado mediante la comparación con el consumo mensual de las residencias antiguas. Sin embargo, una manera más adecuada de determinar la reducción del consumo sería mediante una simulación energética que permita comparar el consumo real de la edificación con un valores de consumo que se tendrían en un edificio con igual de condiciones sin los dispositivos eficientes o de ahorro con los que cuenta actualmente el edificio.

Finalmente, se recomienda que la implementación se lleve a cargo de un representante GASEL y departamento de administrativo.

5.1.4.3 EA Prerrequisito 3. Medición de consumo de energía por edificio

El servicio eléctrico es brindado por la Junta Administradora de Servicios Eléctricos de Cartago (JASEC), actualmente se cuenta con un medidor que cuantifica el consumo de este servicio. Por lo que de esta manera, se cumple con este prerrequisito. Adicionalmente, parte de las acciones propuestas dentro del PGAI es la elaboración de un registro de consumo mensual y establecimiento de indicadores para verificar un desempeño eficiente. Se recomienda la implementación inmediata de este registro.

La información de registros y descripción de los medidores instalados forma parte de la documentación requerida para el cumplimiento del prerrequisito.

Finalmente, se recomienda que los encargados de implementación del proyecto sean profesional LEED AP, representante GASEL y encargados del PGAI.

5.1.4.4 EA Prerrequisito 4. Gestión básica de refrigerantes

El edificio no posee sistemas que utilicen ningún tipo de refrigerante con contenido de compuestos CFC. El único sistema refrigerante con el que se cuenta son las refrigeradoras de

uso doméstico, marca Samsung, modelo RT29K5000S8, las cuales, según la información detallada en la ficha técnica, utilizan como refrigerante el hidrocarburo isobutano (R600a). Por lo tanto se cumple lo solicitado por el prerrequisito. Se recomienda incorporar esta medida como parte de PGAI.

5.1.4.5 EA Crédito 1. Comisionamiento del edificio – Análisis

De la mano con algunas de las acciones requeridas para cumplir con el EA Prerrequisito 1, se consideró como mejor opción la elaboración de un plan de comisionamiento, debido a que se trata de un edificio recientemente construido, que posee poco tiempo de operación, y en su mayoría se cuenta con las especificaciones técnicas de los equipos y sistemas.

En primera instancia es necesario la identificación de todos los sistemas propios del edificio, se debe realizar una descripción del estado actual de cada uno de ellos, principalmente, los mencionados en el prerrequisito 1 de esta sección. Asimismo, es necesario la identificación de los sistemas que implican un mayor consumo energético. Se debe incluir en detalle aspectos del funcionamiento y operaciones de mantenimiento. Se deben aplicar procedimientos de prueba para el análisis de operación de los sistemas, tales como sensores, equipos, alarmas, entre otros. Estas medidas se deben realizar tomando en consideración los requerimientos actuales de las instalaciones. Tras las pruebas deben documentarse los resultados obtenidos. Además, debe documentarse modo de operación de los sistemas y acciones de mantenimiento aplicadas, tanto preventivas como correctivas. Se deben describir las oportunidades de mejora identificadas, ya sean relacionadas con la operación de los sistemas, o bien, con el reemplazo de algún equipo.

Deben identificarse indicadores de eficiencia para medir el cumplimiento de metas y seguimiento de recomendaciones, por lo tanto es indispensable mantener un registro de consumo energético actualizado. Se recomienda que las mediciones se realicen al menos mensualmente, sin embargo, controles de mayor frecuencia permitirían un control más riguroso.

En síntesis, de acuerdo con los requerimientos del crédito, el plan de comisionamiento debe comprender los siguientes aspectos:

- Requerimientos actualizados de las instalaciones.
- Los miembros pertenecientes al equipo de comisionamiento, detallando roles y responsabilidades de cada uno de estos.
- Descripción de las estrategias para la identificación y análisis de oportunidades de mejora de las instalaciones.
- Proceso para la revisión y priorización de las oportunidades de mejora identificadas en conjunto con el propietario, en este caso, responsables del edificio, y establecimiento de un plan de implementación.
- Formato y contenido de documentación por presentar tras el proceso de comisionamiento.
- Cronograma propuesto.

De manera general, el equipo de comisionamiento se encuentra conformado por el propietario del edificio, el gerente general, ingenieros responsables del edificio, la autoridad del proceso de comisionamiento y el personal contratista, en caso de ser necesario.

Por último, se recomienda que sean responsables de la implementación sean el profesional LEED AP, regente ambiental de la institución, representante del departamento de ingeniería del ITCR, jefe del departamento administrativo del edificio y todo el equipo para comisionamiento establecido.

5.1.4.6 EA Crédito 2. Comisionamiento del edificio – Implementación

Como primer paso se debe desarrollar un plan para identificar las medidas establecidas que no implican ningún gasto económico o representan un bajo costo, para esto la comisión debe establecer criterios para su clasificación. Es necesario preparar un cronograma para llevarlas

a cabo e identificar si puede ser realizado por personal propio, o bien, si se requiere de la contratación del personal externo. Dentro del plan de implementación se debe detallar el responsable la ejecución, el cual deberá coordinar todas las acciones pertinentes. Durante el proceso de implementación se debe llevar a cabo un registro de ejecución de actividades.

En cuanto a las mejoras de mayor costo, se debe priorizar el orden de implementación para que sean ejecutadas en un período de cinco años. A su vez se debe verificar el presupuesto y asignar responsables para cada uno de ellas. Tanto los responsables de la ejecución, como el personal en general deberá recibir capacitaciones para la operación y cuidado adecuado de los equipos. Debe documentarse todo proceso de capacitación como una manera de respaldo. Las capacitaciones deben enfocarse principalmente en el análisis de uso de energía, requerimientos y cronogramas de operación, métodos para la identificación de deficiencias en equipos y sistemas. Igualmente, deben conocer sobre indicadores de desempeño, procedimientos de operación y mantenimiento, así como su papel para alcanzar las metas. Respecto a este último punto y uso adecuado de equipos de consumo energético, los residentes del edificio deben recibir capacitación para contribuir activamente al ahorro energético, más aún, debido a que son los ocupantes con mayor acceso al uso de equipos.

Adicionalmente, se debe desarrollar un plan de monitoreo y verificación de desempeño de las medidas de mayor costo económico asociado. Se debe tomar en cuenta la verificación de eficacia, un análisis de costos y beneficios, donde se incluya un el periodo de retorno de la inversión a realizar, e información acerca del impacto ambiental, tomando en cuenta la opinión de los usuarios.

En última instancia, se requiere de un proceso de actualización para identificar los nuevos requerimientos, lo que a su vez, representará una medida de los logros alcanzados.

Se recomienda que sean responsables del proyecto el profesional LEED AP, regente ambiental de la institución, representante del departamento de ingeniería del ITCR, jefe del departamento administrativo del edificio y todo el equipo para comisionamiento establecido.

5.1.4.7 EA Crédito 3. Comisionamiento continuo

Inicialmente, se debe comprobar cuales medidas de bajo costo o sin costo alguno han sido implementadas, así como los requerimientos actualizados de las instalaciones. Se recomienda que se mantenga el equipo de comisionamiento de los créditos anteriores, al igual que roles y responsabilidades. Se deben llevar a cabo las actividades de medición y seguimiento del desempeño tal como se estableció en el plan de comisionamiento de implementación. Se debe verificar que los requerimientos de medición previamente establecidos sean los adecuados.

Asimismo, se debe crear un plan de acción para la identificación y corrección de planes operacionales, deficiencias e idear procesos para evaluar mejoras respecto a lo anterior. Estos nuevos hallazgos deben incluirse dentro del plan de comisionamiento descrito en el EA Crédito 2. Se debe mantener actualizados los requerimientos para mantener el desempeño de las instalaciones, y los planes de operación y mantenimiento.

Se recomienda que uno de los sistemas bajo control sea, indiscutiblemente, el de calentamiento de agua, ya que es una gran cantidad de dispositivos abastecidos con agua caliente.

Se deben mantener un registro de reportes trimestrales y anuales. Tales reportes deben informar sobre el funcionamiento de los sistemas del edificio, medidas correctivas implementadas, estado y asuntos pendientes, evaluación de consumos hídrico y energético, información sobre el grado de satisfacción de los ocupantes y documentación reciente sobre requerimientos del edificio y operación y mantenimiento de equipos.

Por último, se exhorta a que sean responsables de la implementación del proyecto el profesional LEED AP, regente ambiental de la institución, representante del departamento de ingeniería del ITCR, jefe del departamento administrativo del edificio y todo el equipo para comisionamiento establecido.

5.1.4.8 EA Crédito 4. Optimización del desempeño energético

Tal como se mencionó previamente el edificio cuenta con algunos sistemas y equipos que permiten reducir el consumo eléctrico. Se cuenta con sensores de movimiento en pasillos y servicios sanitarios, cuenta luminaria tipo fluorescente T5, T8 y tipo LED y calentador de agua solar. Además, uno de los aspectos más favorables relacionados con el desempeño energético es que no se cuenta con sistemas de aire acondicionado. Se recomienda la sustitución de las luminarias fluorescentes de mayor uso o que presenten mayores problemas técnicos por tecnología LED, contemplando la correcta disposición de las luminarias sustituidas.

Asimismo, todos los residentes del edificio reciben charlas con el fin de fomentar buenas prácticas de consumo que permitan generar ahorros en el consumo eléctrico como parte de las medidas establecidas dentro del PGAI. Se aconseja que el proceso capacitación sea impartido a los residentes y se realice de manera semestral al inicio del período lectivo. Una de las acciones claves para mejorar el desempeño energético es incentivar a la reducción del uso de secadoras de ropa debido a su alta demanda eléctrica. Así como también, se recomienda mantener actualizado en la materia a todo personal, administrativo y de limpieza sobre buenas prácticas de consumo.

Otra acción de consideración necesaria consiste en la reducción de la cantidad de dispositivos que se alimentan de agua caliente, por ejemplo, mantener el abastecimiento a las duchas únicamente. Además, en cuanto al funcionamiento, se recomienda considerar el cambio por modelos que permitan mantener apagada la iluminación del área, aún si se detecta movimiento, si la luz natural es suficiente. De acuerdo a la información técnica una versión del mismo modelo permitiría lo anterior.

Una vez que el edificio se encuentre en máxima capacidad es necesario mantener las mismas regulaciones en cuanto a consumo, así como también, se debe mantener actualizado el registro de datos, para de esta forma verificar porcentajes de eficiencia al encontrarse en su máxima ocupación.

Finalmente, se recomienda que los encargados de la implementación sean el profesional LEED AP, la GASEL, representante del departamento de mantenimiento de la institución, auditor energético, contratistas y personal de administración del edificio.

5.1.4.9 EA Crédito 5. Medición avanzada de energía

La implementación de sistemas de medición adicionales al medidor principal, permite tener información más específica sobre el comportamiento de consumo dentro del edificio. De esta manera, es más factible la identificación de problemas o fallas en equipos que afecten su eficiencia, así como además, es posible establecer nuevas oportunidades de ahorro en respuesta al desempeño real de cada sistema (Gómez, Castán, Montero, Meneses & García, 2015). Aún más, llevar un registro del consumo horario por sistemas permite la identificación de puntos máximos de consumo lo que directamente ayudaría a mejorar la gestión de demanda eléctrica.

Capón (2017) establece que los principales sistemas de consumo eléctrico en el edificio de residencias estudiantiles son las luminarias, computadoras y un conjuntos de sistemas varios, donde se incluyen todos aquellos dispositivos de consumo eléctrico no considerados en las demás categorías, tal es el caso de cocinas eléctricas, lavadoras, secadoras, refrigeradoras y microondas. Por lo tanto, se recomienda implementar sistemas de medición en luminarias, sistemas de electrodomésticos y tomacorrientes de habitaciones y oficinas.

Es importante mencionar que el costo de inversión de este tipo de sistemas de medición suele ser significativo (el detalle puede verificarse en el Apéndice 2), por lo que no se considerará este crédito como alcanzable. Sin embargo, se insta al análisis de presupuesto para la instalación de tal sistema considerando que este permite la identificación de oportunidades de ahorro por sistema de consumo, lo cual no es posible realizar con un medidor convencional. Mediante el análisis de las mediciones de estos sistemas se podrían considerar distintas medidas para reducir la demanda máxima.

5.1.4.10 EA Crédito 6. Respuesta a la demanda

Debido a que no se cuenta con registros suficientes para la determinación de la demanda máxima anual, se opta por la consideración del valor de consumo anual proyectado mediante un análisis de ciclo de vida realizado previamente. En él se reporta un valor de demanda eléctrica anual de 473,1 kW (Díaz, 2016). Si bien no se trata de la demanda máxima real, es un punto de partida para establecer la reducción necesaria aproximada, en este caso se deberían eliminar 47,31 kW.

Para lograr tal reducción, se recomienda corregir aquellos aspectos de mejora durante la auditoría energética correspondiente al EA Prerrequisito 1. Así como mantener informados a todos los usuarios sobre buenas prácticas para ahorro de consumo. Desconectar equipos que no se encuentren en funcionamiento, mantener apagadas las luminarias de las escaleras principales, modificar el sensor de movimiento para el funcionamiento de luminarias en pasillos para que estas no se utilicen cuando la iluminación natural lo permita, evitar el uso del elevador cuando no sea necesario, así como evitar el uso de electrodomésticos dentro del periodo pico de consumo, son algunas de las recomendaciones para lograr la reducción. Al profundizar en los distintos dispositivos de consumo del edificio, se considera la disminución del uso de los secadoras de ropa como una de las acciones que puede generar mayores beneficios en cuanto a la demanda energética. De acuerdo con las especificaciones técnicas del equipo, su utilización implica una demanda de 11,2 kW. Por lo que se recomienda incentivar el uso mínimo entre los residentes.

Además, se debe establecer un contacto con la empresa prestadora del servicio, en este caso, JASEC, para analizar la posibilidad de implementación de un programa de respuesta a la demanda.

Por último, la coordinación de la implementación del proyecto se recomienda que estén a cargo el profesional LEED AP, un representante GASEL, encargado del departamento de mantenimiento y personal de ingeniería involucrado con el proyecto.

5.1.4.11 EA Crédito 7. Energías renovables y compensaciones de carbono

Al momento de realizar esta investigación, edificio cuenta con un sistema de calentamiento de agua solar, el cual cuenta con dieciséis colectores solares instalados y ocho tanques de almacenamiento ubicados dentro del edificio, donde cada uno de estos requiere de una potencia de 3000 W. Sin embargo, debido a que una vez almacenada el agua en el tanque se recurre al uso de una resistencia eléctrica, tres veces al día, para evitar que la temperatura se encuentre por debajo de los 20 °C, no se considera el aporte de los calentadores solares para el análisis de generación de energía renovable.

No obstante, si se enfoca al análisis de generación de energía renovable a nivel país, la situación puede resultar más favorable. Los datos reportados para el año 2016, la matriz energética del país estuvo compuesta en un 98,21% por energía proveniente de fuentes renovables, de acuerdo a la información reportada por la Presidencia de la Nación (3 enero, 2017). Como se mencionó previamente el abastecimiento eléctrico se da por parte de JASEC, la cual a su vez, para cumplir con la demanda requiere comprar parte energía producida por el ICE. Según proyecciones mencionadas por Díaz (2016), a partir del año 2017 el abastecimiento dependería únicamente en un 18% al ICE y el restante 82% lo alcanzaría propiamente JASEC, tal como se muestra en el Cuadro 5.12.

Cuadro 5.12. Composición de matriz de abastecimiento eléctrico estimada. (Fuente: Díaz, 2017).

Empresa	Cobertura esperada	Generación Estimada (MWh)	Tipo de energía	Composición esperada
ICE	18%	125 539	Hidroeléctrica filo de agua	5,40%
			Hidroeléctrica embalse	7,92%
			Térmica	0,36%
			Geotérmica	2,70%
			Eólica	1,26%
			Solar	0,18%
			Biomásica	0,18%
JASEC	82%	571 900	Hidroeléctrica filo de agua	34,34%
			Hidroeléctrica embalse	47,66%
Total	100%			100,00%

Debido a que el sistema LEED solamente considera las pequeñas plantas de energía hidroeléctrica como energía renovable, se decidió no contabilizar la energía hidroeléctrica de embalse en el cálculo. Por lo tanto, a partir de los datos anteriores se identifica un porcentaje de energía proveniente de fuentes renovables igual a 44,06%, el cual representa la suma de los valores de energía geotérmica, eólica, solar, biomásica e hidroeléctrica de filo de agua. Utilizando la ecuación 10 descrita en el Apéndice 1, lo que representan 1,76 puntos, es decir, se logra alcanzar dos puntos de los cuatro posibles.

Por lo tanto, a partir de los datos anteriores se identifica un 99,64% de la energía generada por medio de fuentes renovables. Lo que permite obtener un total de 4 puntos, utilizando la ecuación 10 descrita en el Apéndice 1.

5.1.4.12 EA Crédito 8. Gestión avanzada de refrigerantes

Tal como fue señalado previamente, la edificación no cuenta con sistemas de aire acondicionado dentro de sus instalaciones. El único refrigerante que se maneja es el R600a, para el funcionamiento de las refrigeradoras colocadas en cada uno de los cuartos de

habitación. Este refrigerante posee un potencial de deterioro de la capa de ozono de cero (ODP) y un potencial de calentamiento global (GWP) de 3. Por lo tanto, se obtiene un punto por el cumplimiento del crédito.

5.1.5 Materiales y Recursos (MR)

5.1.5.1 MR Prerrequisito 1. Política de compras y desechos continuos

5.1.5.1.1 Política de compras sostenibles.

Actualmente se encuentra en desarrollo de un manual oficial de compras sostenibles, el cual será aplicado a compras institucionales realizadas en la Sede Central. El manual en cuestión se basa en la metodología para la inclusión de criterios ambientales en compras públicas tomando como punto de referencia el caso del ITCR (Gamboa, 2017). Se pretende aplicar directamente a las contrataciones directas y licitaciones, abreviadas, públicas y todas aquellas que involucren la compra de los productos tomados en consideración.

Para la evaluación de cumplimiento de criterios los productos se agrupan en tres categorías principales, desglosadas a continuación:

- **Mobiliario de oficina:** pertenecen a esta categoría todos los productos que sirven de soporte y organización, como ejemplo: escritorios, estantes, sillas, entre otros.
- **Suministros de oficina:** se incluyen el papel utilizado para impresiones y escritura, así como toda la variedad de productos utilizados para las labores dentro de una oficina como: materiales para archivar información, derivados de papel, fundas plásticas, bolígrafos, lápices de grafito, marcadores, corrector líquido, cinta adhesiva, pegamento, tijeras, grapadoras, sacapuntas y borradores.
- **Servicios de alimentación:** se engloban servicios temporales, el comedor institucional y sodas concesionadas.

Los criterios seleccionados se determinaron basándose en la legislaciones nacionales, normas voluntarias pertenecientes a INTECO y experiencia de campo del autor (Gamboa, 2017). Estos evalúan cumplimientos ambientales en distintas etapas del ciclo de vida de los

productos. Algunos de los aspectos que se valoran en la aplicación de criterios ambientales es la utilización de sustancias tóxicas o peligrosas, la procedencia de materia prima, la composición de materiales, el potencial de reciclaje, así como también, el desempeño ambiental de la empresa fabricante.

Por otro lado, la regulación de compras de materiales y sustancias de limpieza y luminarias se encuentra comprendido dentro del PGAI. En él se establece que los productos a adquirir deben ser eficientes, para el caso de luminarias, es decir, tipo LED, fluorescentes T8 o T5, y para el caso de los productos de limpieza aquellos que no contengan sustancias químicas dañina y que posean sello de sostenibilidad. Sin embargo, se recomienda que se elimine el uso de fluorescentes por completo, principalmente, debido al contenido de mercurio.

Se recomienda agregar estos últimos productos dentro del manual de compras sostenibles para efectos de documentación y cumplimiento del prerrequisito.

5.1.5.1.2 Gestión de residuos sólidos.

Esfuerzos recientes en cuanto a capacitaciones y adquisición de materiales, han permitido mejorar la gestión de los residuos sólidos generados por parte de las actividades desarrolladas en el edificio. A su vez, parte de las medidas establecidas en el PGAI de la institución incluye la clasificación y gestión de residuos sólidos para una adecuada disposición final. Dentro del plan se agrupan en tres categorías específicas, a saber, ordinarios, peligrosos y de manejo especial.

Actualmente, dentro del edificio se cuenta con recipientes para la separación de residuos de papel, cartón, tetrabrik, plástico, vidrio y residuos no valorizables. Estas baterías de reciclaje se localizan en cada uno de los niveles del edificio. Se encuentra en desarrollo un plan para la recolección de residuos orgánicos y desechos de aceite ya utilizado, lo cual ya se lleva a cabo en los edificios de residencias más antiguos. Se pretende disponer de estos residuos de la misma manera en la que se ha hecho en este caso, los residuos orgánicos son recolectados

por una empresa para la alimentación de cerdos, mientras que el aceite es recolectado por otra empresa para la producción de biodiesel.

Aunado a lo anterior, dentro de lo comprendido en el PGAI se establece la adecuada gestión de residuos de bienes duraderos. Se establece que estos son tratados por gestores autorizados pertinentes, o bien, antes son trasladados a un departamento distinto de la institución para su reutilización y extensión de vida útil.

Como se ha mencionado ya con anterioridad, los residentes reciben charlas que les permite conocer sobre medidas de reducción de generación de residuos y correcta separación de los mismos. Se recomienda que, a partir de lo contemplado en el PGAI y las medidas de mejora continua y educación ambiental que se llevan a cabo dentro del edificio, se elabore una política de gestión de residuos donde se incluya con detalle la descripción de tales medidas.

Además, se debe realizar una auditoría de residuos sólidos con el fin de evaluar la tendencia de generación. Esta se debe llevar a cabo en un día o semana representativa de las condiciones normales dentro del periodo de desempeño del edificio. La auditoría debe incluir un estudio de composición de los residuos generados y sus respectivas clasificaciones, así como fallas detectadas en el proceso, para la determinación de acciones correctivas. Se debe realizar un informe donde se detalle los resultados de la auditoría y condiciones de desempeño al momento. Se recomienda que el proceso de auditoría se realice al menos una vez al año con el fin de mantener el proceso de mejora continua.

Por último, se recomienda que los encargados del proyecto sean el profesional LEED AP, la GASEL, personal administrativo, de limpieza y de mantenimiento.

5.1.5.2 MR Prerrequisito 2. Política de mantenimiento y renovación de instalaciones

Si bien actualmente el edificio no posee una política propiamente dicha para las actividades de mantenimiento y renovación, se cuenta con documentos oficiales que regulan aspectos ambientales para proyectos constructivos. Por lo tanto, para el cumplimiento del presente

requerimiento, se recomienda que todas las regulaciones incluidas en las Estrategias Técnicas Ambientales sean incluidas dentro de esta política.

Las ETAs, elaboradas por el departamento de gestión ambiental del ITCR, incluye la regulación de acciones previas al comienzo de la acción constructiva, de esta forma se verifica el cumplimiento de requisitos de gestión ambiental, se define un coordinador de asuntos ambientales de la empresa contratada, se reportan las fuentes a utilizar durante la construcción, las necesidades relacionadas, el manejo de aguas servidas y residuos sólidos generados durante la construcción, y, se define un plan de inducción a los trabajadores del proyecto en materia ambiental. Se detallan también acciones que deben realizarse durante la etapa de construcción donde se engloban distintos aspectos ambientales, donde se incluye la gestión de residuos, ruido, vibraciones, el control de erosión, entre otros; el Cuadro 5.13 detalla cada uno de los aspectos incluidos y medidas relacionadas.

Cuadro 5.13. Resumen de aspectos ambientales considerados en las ETAs. (Fuente: GASEL, 2017).

Aspecto ambiental	Detalle del contenido
Gestión de residuos	Se establecen prácticas en la fuente para reducir la generación. Se debe realizar separación en la fuente, según su clasificación son dispuestos o tratados por agentes autorizados. Todo material utilizado deberá ser almacenado en lugares seguros y adecuados. Se debe asegurar el tratamiento de las agua residuales generadas.
Manejo de aguas pluviales	Se debe contar con sistemas de bombeo en caso de una posible inundación. Deben existir canales y sistemas de drenaje en buenas condiciones para aguas de escorrentía.
Control de emisiones atmosféricas	Se regula la generación de vibraciones, ruido y emisiones de partículas. Se deben establecer puntos de muestreo para la mediciones de ruido y emisión de PTS, PM10, CO ₂ y CO. Se deberá utilizar sistemas que permitan reducir los niveles de vibración generados por equipos de trabajo.
Control de erosión	Dentro del área del proyecto se deben cumplir con medidas preventivas y de protección para evitar la erosión de suelos. Se debe contar con permisos de extracción de materiales y movimiento de tierras. Se debe asegurar un correcto proceso de restauración ambiental.
Gestión de la energía	Se debe fomentar el uso y gestión racional del recurso. Se implementarán medidas de ahorro y se debe utilizar luminarias eficientes.

La política requerida debe complementarse, en cada uno de los aspectos, según las demás solicitudes definidas en la guía LEED, tal como se recomienda a continuación.

- Compra de productos: en primera instancia, deben coincidir con los establecidos en el MR crédito³. Se deben establecer criterios para la compra de materiales vinculados con procesos de renovación y mantenimiento, entre ellos elementos básicos de construcción, mobiliario y componentes. Se deben establecer criterios de evaluación, tal como en el manual de compras sostenibles anterior, para la adquisición de productos. Se debe considerar procesos de sustitución de materiales que no cumplan con requerimientos ambientales. Además, se deben incluir acciones para informar a los departamentos encargados de comprar y empresas subcontratadas.

Se recomienda incluir todo material de oficina, ya considerado en el manual de compras sostenibles, así como también material de equipamiento general de las residencias (camas, colchones, mesas, sillones). Al igual que se debe incluir también los materiales de construcción, los cuales se mencionan en el documento de ETAs, la política debe incluir materiales que puedan ser utilizados en un proceso de renovación o mantenimiento. Se pueden mencionar pinturas, cemento, contenedores, selladores, morteros, bloques de concreto, marcos de aluminio y maderas.

- Gestión de residuos: se aconseja la inclusión de las medidas establecidas en el PGAI y el documento ETAs aplicable a todo proceso de mantenimiento y renovación de la edificación. Los encargados de llevar a cabo las renovaciones deberán estimar el volumen de residuos a generar durante el proceso, con el fin de asegurar un adecuado sitio de almacenamiento, lo cual se encuentra también incluido dentro de las ETAs.
- Calidad de aire interior: además de lo establecido en las ETAs para procesos de renovación y mantenimiento, mediante las cuales se pretende evitar la contaminación por sustancias tóxicas, emisión de partículas de polvo, ruido y vibraciones. De tal manera la calidad interna del edificio no se verá afectada negativamente. La guía recomienda la aplicación de los lineamientos establecidos por la Asociación Nacional

de Contratistas de Hojas Metálicas y Aire Acondicionado (SMACNA, por sus siglas en inglés), sin embargo, considerando que dentro del edificio no se emplean tales sistemas y que las regulaciones ETAs abarcan en general medidas similares, se concluye que estas son suficientes para el cumplimiento del prerrequisito.

Deben incluirse, además, todas las reuniones llevadas a cabo para el alcance de metas establecidas, así como procesos de medición e informes.

Finalmente, se recomienda que sean el profesional LEED AP, GASEL, personal administrativo, de limpieza, de mantenimiento y representantes de empresa(s) subcontratada(s) los responsables de la implementación del proyecto.

5.1.5.3 MR Crédito 1. Compras – Continuas

Para el cumplimiento de este crédito se debe contar con un detalle de las compras de materiales destinadas para el edificio. Tomando en cuenta que la publicación del manual de compras sostenibles se encuentra en etapa final, al momento de esta investigación, se recomienda que una vez puesto en práctica, se proceda a determinar el porcentaje de compras realizadas, según costo, que se apegan a los criterios establecidos. Actualmente, las compras de equipo de limpieza y hojas de papel para oficina cumplen con criterios ambientales previamente establecidos, basándose en su composición química y certificado Consejo de Administración Forestal (FSC por sus siglas en inglés), respectivamente.

Sin embargo, al enfocarse en las compras de productos eléctricos, se encontró que la gran mayoría de equipos no cuentan con certificación Energy Star o EPEAT, excluyendo el caso de las tres computadoras de las oficinas del edificio. Debido a que el equipamiento del edificio es muy reciente, se recomienda que la sustitución de estos por equipos que cuenten con este tipo de certificación, se lleve a cabo paulatinamente, conforme la vida útil de estos llegue a su fin.

Se recomienda, además, que se lleve un seguimiento a todo tipo de compras realizadas, indicando período en que se realiza la compra, detalle de cantidades, costo implicados y cumplimiento de requerimientos. Así mismo, se debe establecer una base de datos con la información de los equipos ya pertenecientes al edificio, tanto costo económico como información técnica de cada uno.

Por último, se recomienda que la implementación del proyecto esté a cargo de la unidad de gestión ambiental, departamento de proveeduría, responsables de administración del edificio y profesional LEED AP.

5.1.5.4 MR Crédito 2. Compras – Lámparas

A partir del inventario realizado por Capón (2017) se procedió a determinar el valor de picogramos por lumen hora. Sin embargo, la principal dificultad se presentó debido a que las fichas técnicas en su mayoría no presentaban valores reportados de contenido de mercurio y, en algunos casos, tampoco se indicaba la vida útil de las mismas. Por lo tanto, se asumió un valor de 2,5 mg de mercurio, valor presente en fluorescentes compactos y tubulares (Castro, 2012) y se definieron valores de vida útil basándose en modelos similares. El Cuadro 5.14 contiene la información pertinente a las luminarias instalados dentro de los límites del proyecto.

Cuadro 5.14. Descripción de luminarias instaladas dentro del límite LEED. (Adaptado de: Capón, 2017).

Marca	Modelo	Tecnología	Cantidad	Consumo (W)	Vida útil (h)	Flujo Luminoso (lm)	Contenido mercurio (mg)	Picogramos por lumen hora
Sylvania	507-EO-48-2	Fluorescente (T8)	12	58	20 000	5 400	2,5	23,15
Sylvania	LED 150	Fluorescente	344	52	20 000	1 800	2,5	69,44
Sylvania	547-EO-48-3	Fluorescente (T8)	52	89	20 000	8100	2,5	15,43
Sylvania	547-EO-48-3 (Emergencia)	Fluorescente (T8)	32	89	20 000	8 100	2,5	15,43
Tecno-lite	WPM-70	Fluorescente	4	70	20 000	4 550	2,5	27,47
Tecno-lite	H-425/ACI	Fluorescente	18	60	20 000	200	2,5	625,00
Cooper	SLD 600	LED	108	12,2	50 000	800	0	0,00
Constru-lita	V3126UN3M 65STG	LED	19	4,5	50 000	16 000	0	0,00
Total			589					775,93

A partir de la ecuación 11, detallada en el Apéndice 1, se determina un valor promedio de picogramos por lumen hora de 1,32. Consecuentemente, se logra cumplir con los requerimientos del crédito y se logra obtener un punto.

Finalmente, se aconseja que los encargados de la implementación del proyecto sea profesional LEED AP, GASEL y departamento de mantenimiento.

5.1.5.5 MR Crédito 3. Compras - Mantenimiento y renovación de instalaciones

Considerando que el edificio inició su etapa de operación durante el segundo semestre del presente año (2017), es factible el cumplimiento del crédito mediante la opción número tres (Apéndice 1). Esta sugiere que no se debe adquirir ningún tipo de material para renovación del edificio, así como tampoco ningún tipo de mobiliario durante el período de desempeño,

el cual en este caso, según indica la guía de referencia LEED, es de un año. Lo anterior debe ser respaldado por los departamentos de la institución involucrados, mantenimiento e ingeniería. De esta forma se acredita un punto por el cumplimiento.

No obstante, en caso de requerir aumentar o sustituir el mobiliario, o bien, realizar algún tipo de modificación dentro del límite del definido, la compra de productos y materiales debe estar sujeta a los criterios señalados en el apartado MR Compras – Mantenimiento y renovación de instalaciones en el Apéndice 1. Un 50%, en costo, de los compras de materiales y productos para renovación debe cumplir con tales requisitos y un 75% para el caso del mobiliario, según costo total. Para el caso de mobiliario, se cuenta con criterios establecidos en el manual de compras sostenibles. Cemento, morteros, pinturas, aditivos, pegamentos, materiales plásticos, maderas, son algunos de los materiales sujetos al cumplimiento de los criterios LEED.

Por tanto, al realizar alguna compra o modificación del proyecto se debe seguir lo anteriormente señalado, lo que permitiría la obtención de un punto más, al cumplir con los requerimientos para productos, materiales y mobiliario.

En ambos casos, se debe presentar un registro de actividades correspondientes al periodo de desempeño, así como fichas técnicas en el caso correspondiente, con el fin de validar el cumplimiento del crédito.

Por último, se recomienda que el proyecto esté a cargo del profesional LEED AP, departamento de ingeniería, proveeduría y contratistas.

5.1.5.6 MR Crédito 4. Gestión de residuos sólidos – Continuos

Tal como se detalló previamente, se realiza un esfuerzo a nivel institucional para reducir la cantidad de residuos generados y dar una correcta gestión a estos. Además, las acciones determinadas en el PGAI en conjunto con charlas y actividades de capacitación sobre buenas prácticas ambientales, que incluyen reducir la generación de residuos sólidos, preferencia por

productos reciclados o con capacidad de reutilización o reciclaje, al igual que técnicas de clasificación en la fuente son parte de las medidas que se desarrollan en la institución, por lo tanto, de igual manera en las residencias estudiantiles.

Las acciones dentro del proyecto engloban las capacitaciones a los residentes y la implementación de baterías de reciclaje en cada uno de los niveles del edificio. Se lleva a cabo la separación de vidrio, plástico, cartón, papel, aluminio y residuos no valorizables. Estos últimos son los únicos trasladados al relleno sanitario, mientras que los demás materiales se manejan mediante el Programa de Manejo de Desechos Institucionales (MADI). Asimismo, se plantea la separación de residuos orgánicos, tal y como se lleva a cabo en los edificios más antiguos, sin embargo, por cuestiones administrativas no se ha podido implementar aún, pero es un hecho que en un futuro cercano se estará implementando. En concordancia con lo ya señalado, para el manejo de residuos como baterías, luminarias, mobiliarios y demás residuos peligrosos y/o de manejo especial, se considera en primera estancia, su reutilización, especialmente en el caso de residuos electrónicos y de bienes duraderos. Si la reutilización no es una medida posible, todos los materiales son tratados por gestores autorizados según sea el caso.

Si bien se han llevado a cabo estos esfuerzos para realizar una correcta clasificación de los residuos, un reciente estudio de composición realizado muestra que una importante cantidad de los residuos dispuestos para el traslado a relleno sanitario están siendo mal clasificados. Durante el año 2016 se realizó un análisis de composición de residuos institucional, donde se incluyó la producción de residuos en el área de residencias estudiantiles. Pese a que el estudio no fue realizado precisamente en el reciente edificio, la población presenta características suficientes para considerar pertinentes los resultados encontrados, considerando principalmente que la población del estudio realizado por Calderón (2017) incluyó 202 estudiantes y el más reciente edificio será ocupado por un total de estudiantes de 192. En él se apunta que aproximadamente un 45% de los residuos generados en el área de residencias se trata de materiales biodegradables, mientras que un 32% consistía en componentes varios, donde se incluyen papeles, empaques y cartones contaminados, empaque metalizados, típicamente envolturas de snacks (Calderón, 2017) De este 32%,

algunos de los materiales podrían ser clasificados para un tratamiento de co-procesamiento térmico, lo que impediría que sean dispuestos en el rellenos sanitario. Además, Calderón (2017) encontró que cerca de un 20% de los residuos se pueden clasificar como valorizables, incluyendo botellas plásticas, cartón y papel, principalmente, y en menor cantidad metales y residuos electrónicos. Esto demuestra que pese a los esfuerzos de capacitación, concientización y disposición de espacios aptos para la separación de residuos en la fuente, los usuarios no realizan una correcta separación. Un aspecto clave del estudio es que, a pesar de representar un porcentaje significativamente menor, residuos peligrosos como baterías desechables y medicamentos son dispuestos en los residuos ordinarios y, por tanto, llevados al relleno sanitario sin ningún tipo de tratamiento previo. El estudio de composición se puede apreciar con mayor detalle en el Cuadro 5.15 y la Figura 5.7 que muestra la composición de los residuos analizados en dos semanas de generación.

Cuadro 5.15. Composición de los residuos sólidos ordinarios generados en el área de residencias estudiantiles. (Fuente: Calderón, 2017).

Categoría	Peso de los residuos sólidos generados (kg)							
	Semana 1				Semana 2			
	Martes	Jueves	Sábado	Total	Martes	Jueves	Sábado	Total
Biodegradable	69,82	53,28	36,82	159,92	98,50	30,35	41,51	170,36
Papel / Cartón	10,80	7,68	7,74	26,22	10,70	4,23	5,09	20,02
Plásticos	20,86	10,10	8,06	39,02	10,95	5,83	9,46	26,24
Vidrio	0,58	1,54	1,54	3,66	0,43	0,38	0,18	0,99
Metales	3,48	3,80	1,24	8,52	2,43	1,42	1,64	5,49
Textiles, cuero y hule	2,66	4,62	0,52	7,80	7,60	1,53	1,79	10,92
Polilaminados	5,46	1,20	0,98	7,64	2,86	0,64	0,78	4,28
Residuos peligrosos	0,08	0,88	0,56	1,52	1,56	0,49	0,16	2,21
Residuos eléctricos y electrónicos	0,00	1,54	0,00	1,54	0,10	0,26	0,00	0,36
Otros componentes	43,38	45,91	32,14	121,43	23,50	65,06	27,94	116,50
Total	157,12	130,55	89,60	377,27	158,63	110,19	88,55	357,37
Total Promedio Semanal	367,32							

Al contabilizar la totalidad de los residuos generados durante las dos semanas de estudio, se determinó que un 45% de los residuos dispuestos para ser trasladados al rellenos sanitario

son biodegradable y un 32% otros componentes y un porcentaje alrededor del 15% se trata de materiales reciclables como plásticos, papel y cartón.

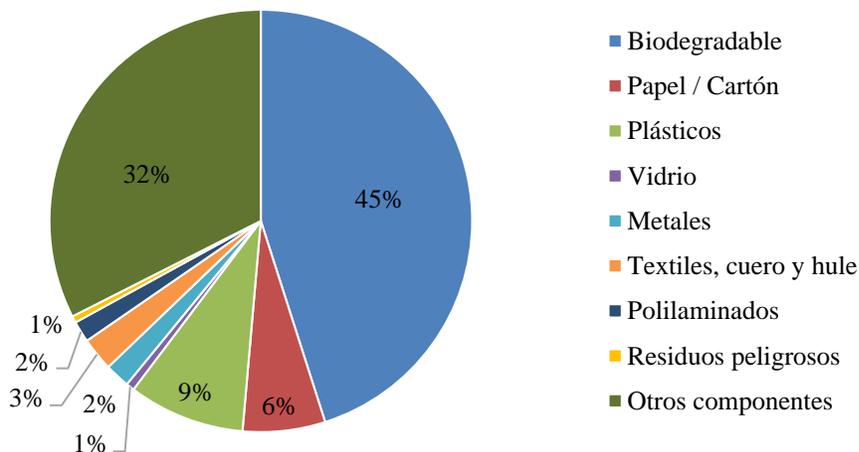


Figura 5.7. Composición porcentual de residuos sólidos ordinarios generados en las residencias estudiantiles previamente existentes. (Fuente: Calderón, 2017).

Los resultados anteriores confirman lo informado mediante comunicación personal (Octubre 26, 2017) por parte del personal de limpieza en cuanto a la mala disposición de residuos por parte de los estudiantes de las residencias principalmente. Se recomienda implementar prácticas de monitoreo y revisión de los contenedores de residuos valorizables y técnicas de motivación a los estudiantes. Algunas de las cuales puede basarse en brindarles información sobre las condiciones actuales de generación, con el fin principal de concientizar. Además, se debe brindar un espacio de disposición de residuos peligrosos para que estos sean tratados como los residuos generados en cada departamento institucional de acuerdo a las medidas del PGAI.

Una vez reforzadas las prácticas de gestión de residuos, se recomienda llevar un registro mensual de los residuos generados dentro del proyecto. Se debe cuantificar la cantidad de residuos dispuestos en relleno sanitario, la cantidad total de residuos valorizables, detalle de cada uno de las clasificaciones (papel, cartón, plástico) cantidad de baterías, luminarias, bienes duraderos, ya sea donados o gestionados por ente autorizado, cantidad equipos eléctricos o electrónicos, cantidad de tóner y tintas. Mediante el seguimiento de la tendencia de generación se debe determinar el porcentaje de residuos ordinarios generados, este debe

ser menor al 50% del total. A su vez, se debe presentar documentación que describa el sitio adecuado de disposición de luminarias con contenido de mercurio y baterías desechables.

Se recomienda continuar con las campañas de capacitación, al menos, semestralmente. Así como la realización de una auditoría de residuos sólidos anualmente.

Por último, se recomienda que la implementación del proyecto se encuentre a cargo de la GASEL y administración del edificio.

5.1.5.7 MR Crédito 5. Gestión de residuos sólidos - Mantenimiento y renovación de instalaciones

Este crédito tiene estrecha relación con el MR Prerrequisito 2, lo que asegura que cierto porcentaje de los materiales adquiridos para actividades de renovación y mantenimiento podrá ser reutilizado o reciclado. Para su cumplimiento se hace referencia nuevamente a la ETAs, donde se establecen medidas que deben implementarse para la gestión de residuos sólidos en proyectos de construcción. El Cuadro 5.16 contiene en síntesis las medidas detalladas dentro del documento de la institución para la gestión de residuos sólidos ordinarios y peligrosos.

Cuadro 5.16. Medidas establecidas para la gestión de residuos sólidos en proyectos de construcción del ITCR. (Fuente: GASEL, 2017).

Clasificación de residuo sólido	Medidas establecidas
Ordinarios	<p>Contar con áreas de acopio específicas para residuos valorizables (papel, cartón, vidrio, aluminio, plástico).</p> <p>Los materiales no reutilizables pueden ser recuperados mediante el Centro de Transferencia y Transformación de Materiales (CTTM).</p> <p>Residuos de movimiento y desmonte de terreno se deberá utilizar como relleno de jardinería y zonas verdes, o bien, se tratará como compostaje.</p> <p>Reutilizar formaletas que su estado lo permita.</p> <p>Coordinar con proveedores para la reducción de envases y para devolución de materiales sobrantes y embalajes.</p> <p>Reutilizar embalajes como tarimas o tableros auxiliares para actividades de construcción.</p> <p>Aquellos materiales no valorizables que no puedan ser reutilizados o aprovechados se deben disponer en sitios autorizados.</p>

Continuación Cuadro 5.16.

Clasificación de residuo sólido	Medidas establecidas
Peligrosos	<p>Establecer un sitio de almacenamiento independiente de los demás materiales de construcción para sustancias inflamables y acopio de residuos peligrosos. Los recipientes y materiales deben estar propiamente identificados.</p> <p>Contar con registro de hojas de seguridad de sustancias químicas almacenadas y sus residuos.</p> <p>Destinar áreas específicas para el acopio de residuos de manejo especial como escombros limpios, madera, metal, bloques de concreto, tubería estructural o plástica, aluminio, cemento, entre otros, con el objetivo de ser reutilizados en la construcción de otra obra.</p> <p>Elabora un informe que describa las actividades a realizar para la gestión de residuos peligrosos.</p> <p>Se prohíbe la utilización de materiales que contengan asbesto, en caso, de que una estructura existente lo contenga sus residuos deber manejarse en concordancia con el el Decreto Ejecutivo N° 25056-MEIC-MINAE.</p> <p>Se prefieren pinturas a base de agua, sus sobrantes deben ser reutilizados para protección de paredes que lo requieran, o bien, desechados como mezcla con un material adsorbente (arena, arcilla, aserrín).</p> <p>Los recipientes de pintura a base de agua serán dispuestos como material de reciclaje.</p>

Se recomienda llevar un registro de la totalidad de materiales adquiridos y clasificados (madera, metales, yeso, pintura, entre otros) y el volumen o peso de residuos valorizables, o bien, cantidad de residuos según su clasificación desviado de su disposición final en relleno sanitario.

Finalmente, se recomienda que los encargados del proyecto sean el profesional LEED AP, GASEL y contratistas involucrados.

5.1.6 Calidad ambiental interna (EQ)

5.1.6.1 EQ Prerrequisito 1. Desempeño mínimo de la calidad del aire interior

El proceso de ventilación que tiene lugar dentro de la edificación es de tipo natural, es decir, no se requiere de unidades mecánicas. Por lo tanto, se identificó la cantidad y tipo de ventanas presentes en cada espacio cerrado del edificio. Cada uno de los sitios se evaluó individualmente, con el fin de que ningún espacio dependiese de la ventilación de otro. Se

evaluó la longitud de ventana unitariamente, considerando la longitud de mayor magnitud para efectos comparativos con lo establecido en la norma ASHRAE 62.1-2010, sección 6.4. Este valor máximo se determinó a partir de la altura mínima del suelo al techo del área. Para el caso de verificación del cumplimiento del área mínima de ventilación, esta misma normativa indica que deberá de ser un 4% del área neta del sitio. El Cuadro 5.17 resume los parámetros evaluados y demuestra, a su vez, su cumplimiento.

Cuadro 5.17. Evaluación de parámetros de ventilación natural según ASHRAE 62.1-2010, sección 6.4.

Sitio	Altura del techo (m)	Longitud ventana (m)	Longitud máx. permitida (m)	Área del sitio (m ²)	Área min. de apertura (m ²)	Área real de apertura total (m ²)
Oficina	2,65	8,48	1,40	5,30	0,34	1,29
Área social dormitorio	2,65	6,44	1,40	5,30	0,26	1,29
Dormitorio	2,65	9,93	1,04	13,25	0,40	1,21
Baño dormitorio	2,65	85,60	3,40	5,30	3,42	5,78
Comedor	2,65	40,90	4,00	5,30	1,64	2,48
Sala de estudio	2,65	16,60	2,45	5,30	0,66	1,37
Lavandería	2,65	164,60	1,50	13,25	6,58	8,10
Pasillos	2,65	8,48	1,40	5,30	0,34	1,29

Continuando con la evaluación, se verificó que todas las aperturas de ventilación puedan ser operadas por los ocupantes del edificio. De esta manera se asegura que las condiciones se ajustan a las preferencias del usuario. Cabe mencionar se identificaron distintos tipos de ventanas, en su mayoría se trata de diseños que combinan vidrios fijos y abatibles, lo que funciona, convenientemente, como recurso de iluminación y entrada de aire exterior.

Adicionalmente, el edificio se debe ser evaluado mediante el diagrama de flujo elaborado por CIBSE para espacios naturalmente ventilados. La ruta de evaluación se detalla en la Figura 5.8 que se muestra a continuación, en ella se destaca la ruta óptima que permitiría confirmar las adecuadas condiciones de un sistema de ventilación.

Para conocer las condiciones reales respecto a la ganancia máxima de calor, se debe llevar a cabo un detallado proceso de simulación energética, no obstante, debido a las características del techado y paredes es de esperar que la ganancia de máxima de calor se encuentre en el

rango de 30 a 40 W·m², establecido por CIBSE.

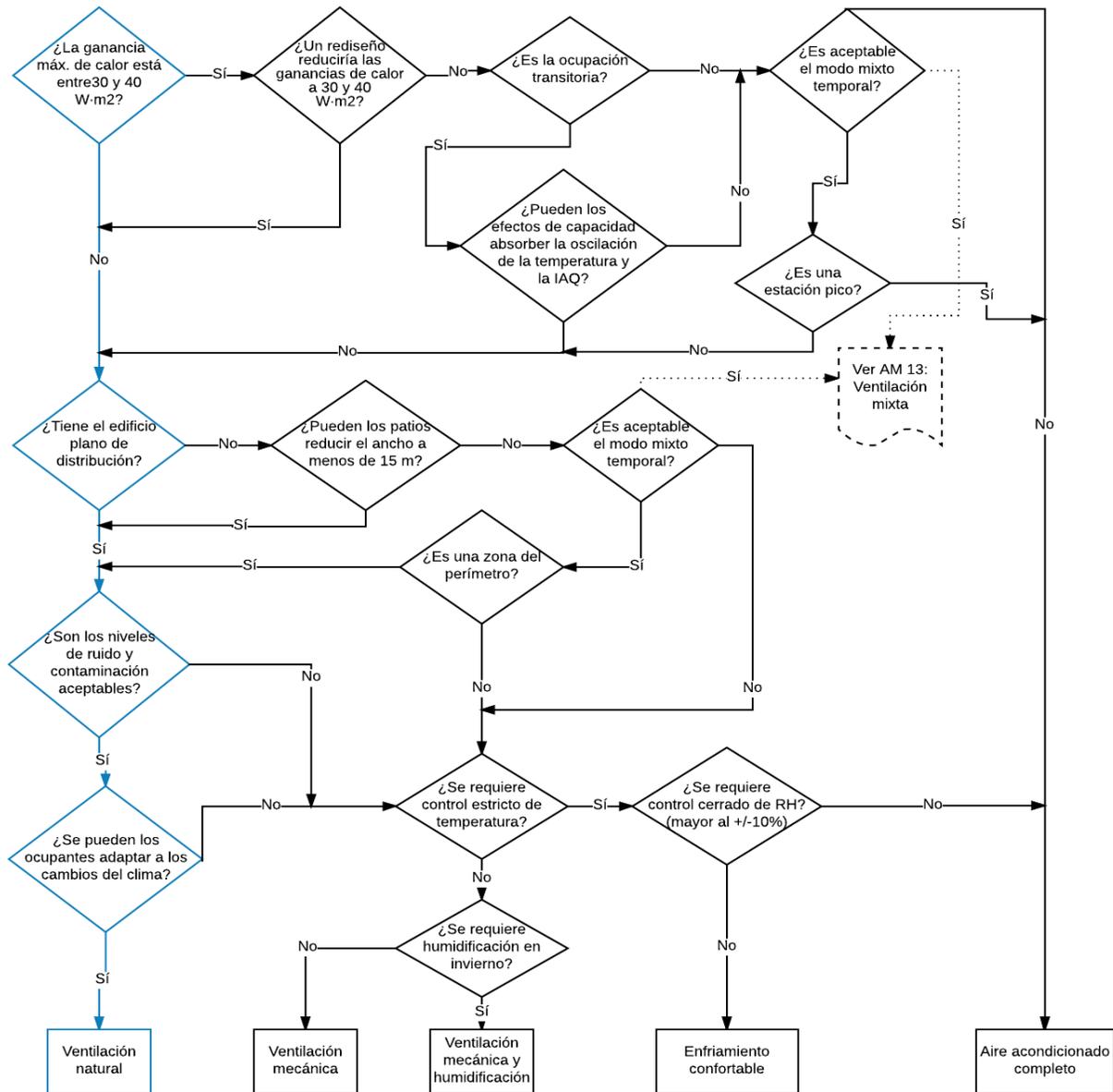


Figura 5.8. Diagrama de evaluación de sistemas de ventilación. (Adaptado de CIBSE, 2005).

Como parte del mantenimiento, se recomienda evaluar las condiciones de ventilación cuando se presenten cambios significativos en la ocupación del edificio o se lleven a cabo modificaciones en infraestructura. Asimismo, es aconsejable realizar mantenimiento frecuente a todas las aperturas que permitan el flujo de aire, tanto ventanas como sistemas de rejillas. Todas las acciones deben incluirse dentro del plan de operación y mantenimiento.

Por último, se recomienda que estas acciones se trabajen en conjunto el departamento

administrativo y de mantenimiento.

5.1.6.2 EQ Prerrequisito 2. Control del humo ambiental del tabaco

Con el fin de proporcionar un ambiente de calidad para todos los usuarios del edificio, el edificio se rige por la Ley N° 9028, Ley General de Control del Tabaco y sus efectos nocivos en la salud, al igual que todo el campus universitario. Por lo tanto, se prohíbe el fumado dentro de sus instalaciones y espacios abiertos comunes, al encontrarse la edificación se prohíbe completamente el fumado tanto en el interior, como en zonas próximas a este. El cumplimiento de los requerimientos se completaría tras la colocación de señales informativas a una distancia de 3 metros de entrada del edificio, de manera que se indique la prohibición de fumado en el interior.

5.1.6.3 EQ Prerrequisito 3. Política de Limpieza Ecológica

Actualmente el edificio no cuenta con una política explícitamente, sin embargo, el personal de limpieza recibe capacitación sobre protocolos de limpieza adecuados. Se utilizan únicamente productos de limpieza biodegradables, no tóxicos, como desengrasantes, quita manchas, limpiador de superficies, silicón abrillantador y limpiador de vidrios. Se trata de productos que no contienen fosfatos ni compuestos cancerígenos, los cuáles respaldan su cualidad de sostenibilidad mediante pruebas de laboratorio. Además, sus envases son reciclables, lo que favorece la gestión de residuos. La aplicación de cloro se reemplaza por productos sustitutos, como desengrasantes y desinfectantes, con las características anteriores. El Cuadro 5.18 contiene los principales productos requeridos regularmente para las labores de limpieza.

Cuadro 5.18. Productos y materiales de limpieza utilizados en la edificación.

Producto de aplicación	Equipo o material
Desengrasantes	Bolsas plásticas
Desinfectantes	Paños
Sustituto de cloro	Mecha
Jabón en polvo	Esponjas
Insecticida	Guantes
Silicón abrillantador	Papel higiénico
Spray para elevador	Toallas

Se mencionan detalladamente en el Cuadro 5.19 los protocolos de limpieza que son aplicados, de acuerdo a los comunicado por el coordinador del personal limpieza, José Serrano (comunicación personal, Setiembre 4, 2017).

Cuadro 5.19. Protocolos de limpieza aplicados en las instalaciones de la edificación.

Actividad	Descripción de procedimiento
Limpieza de pisos	Limpieza manual dos veces al día, en primeras horas del día en húmedo (agua) y por la tarde limpieza en seco, utilizando una mopa. En áreas externas se realiza solamente barrido.
Limpieza de baño	Se utiliza sustituto de cloro, desinfectante y agua para limpieza de pisos. Los orinales se limpian con agua una vez al día. Las superficies se asean con desinfectante.
Limpieza de ventanas	Se utiliza desengrasante y sustituto de cloro
Limpieza de dormitorios	Son responsables los residentes. Se realiza una limpieza de dormitorios al final de cada semestre por parte del personal de limpieza.
Limpieza de superficies	Se practica limpieza en seco y en determinadas superficies se utiliza el abrillantador de silicón.
Aseo de accesorios de limpieza	Trapos de limpieza se lavan una vez al día mediante el uso de una lavadora, se lavan aproximadamente 30 unidades simultáneamente.

Todos los productos y accesorios de limpieza son almacenados en cuartos dispuestos exclusivamente para ese fin, a los cuales tienen acceso únicamente el personal de limpieza. La limpieza general del área de cocina (cocina, fregaderos, por ejemplo) está a cargo de los estudiantes que residen en el edificio, al igual, que el aseo de los dormitorios. Se recomienda

brindar información sobre protocolos de limpieza y la utilización de productos biodegradables y no tóxicos.

La política de limpieza deberá mostrar el compromiso por reducir la exposición de los ocupantes y el personal de limpieza a productos químicos con potencial tóxico, contaminantes atmosféricos y partículas que representen un deterioro de la calidad del aire y amenaza al bienestar humano. Se debe incluir todos los protocolos de limpieza aplicados a todas las áreas del edificio, en caso de incluir nuevas prácticas, estas deben estar siempre basadas en el objetivo de reducción de consumos. Se debe añadir también un listado y seguimiento de productos regularmente adquiridos para actividades de limpieza, los cuales deben apearse a los criterios establecidos en el crédito EQ 7. Sumado a esto, se debe hacer mención al sitio de almacenamiento para los productos adquiridos. Toda capacitación o actualización brindada al personal deberá ser documentada e incluida dentro de la política.

De esta manera, tras la elaboración de una política con todas las características anteriores se lograría el cumplimiento del prerrequisito. Se recomienda que se esté a cargo de la administración del edificio en coordinación con el departamento de gestión ambiental.

5.1.6.4 EQ Crédito 1. Programa de gestión de la calidad del aire interior

Como primer aspecto, se recomienda que el programa sea incluido dentro del plan de operaciones y mantenimiento requerido en el EA Prerrequisito 1, ya que existe una estrecha relación entre sus componentes, como la revisión y mantenimiento de equipos, detección de anomalías en funcionamiento, pruebas, mejoras de sistemas y establecimiento de cronogramas operativos. Se debe abarcar también protocolos de control de contaminantes de la calidad del aire interior.

Se utilizó las plantillas base I-BEAM para determinar principales factores que pueden afectar la calidad interna del edificio. A partir de esto, se derivaron los principales factores que pueden causar alteración y malestar en los ocupantes, tal como malos olores, presencia de material particulado y ruidos fuertes. Tomando en cuenta el tipo de actividades que se

desempeñan dentro del edificio y los equipos mecánicos con los que cuenta, se puede afirmar que las principales alteraciones provienen de fuentes externas, exceptuando plazos donde se realicen actividades de mantenimiento o renovaciones. Por lo cual, como se mencionó con anterioridad, se establece la necesidad de aplicación de las ETAs respecto a regulaciones de contaminación ambiental, se detallan las aplicables en el Cuadro 5.20. No se detectaron fuentes de contaminación relevantes cercanas al sitio. Partiendo de lo anterior y de las condiciones actuales, donde no se requieren sistemas de ventilación mecánica ni se hace uso de sustancias con contenido tóxico se procede a realizar una compilación de los protocolos recomendados a incluir en el programa:

Cuadro 5.20. Protocolos para el control de la principales fuentes de contaminación determinadas a partir del I-BEAM.

Actividad contaminante	Factor ambiental relacionado	Estrategia planteada
Remodelación y renovación de instalaciones	Emisión de contaminantes atmosféricos	<ul style="list-style-type: none"> ·Materiales como tierra, arena, cemento o similar deberán ser almacenados en recipientes adecuados y permanecer cubiertos. De la misma manera, deberán cubrirse al ser trasladados. ·Preferir siempre pinturas a basa de agua. ·Asegurar ventilación máxima en área pintada. ·Evitar uso de aerosoles. ·Todo vehículo vinculado con el proceso deberá contar con la revisión técnica vehicular vigente y permisos respectivos.
	Generación de ruido	<ul style="list-style-type: none"> ·En los equipos que se permita, se debe asegurar que cuentan con sistema silenciador. ·Realizar actividades en horas donde la ocupación del edificio la mínima.
Control de plagas	Uso de sustancias tóxicas	<ul style="list-style-type: none"> ·Establecer monitoreo mensual de las instalaciones para asegurar buen estado (ventanas, tuberías, paredes, sitios de almacenamiento). ·Recolección adecuada de residuos e inspección del sitio. ·Priorizar técnica de eliminación sin el uso de pesticidas (trampas, tratamientos térmicos o remoción física directamente). ·Documentación del tipo de plaguicida o pesticida aplicado.

Continuación Cuadro 5.20.

Actividad contaminante	Factor ambiental relacionado	Estrategia planteada
Control de plagas	Uso de sustancias tóxicas	<p>La aplicación debe darse por parte de personal capacitado.</p> <ul style="list-style-type: none"> · Informar a todos los ocupantes oportunamente del proceso de fumigación.
Fuente: (EPA, 2017a)		
Fumado	Emisión de gases	<ul style="list-style-type: none"> · Velar por el cumplimiento de la Ley N°9028.
Mantenimiento y funcionamiento de equipos mecánicos	Generación de ruido y vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> · Realizar inspecciones periódicas a los equipos. · Realizar actividades de mantenimiento en horario de menor ocupación del edificio. · Mantener todos los equipos lubricados. · Aplicar todas las estrategias definidas en secciones anteriores.

Se recomienda siempre consultar a los ocupantes del edificio para conocer su percepción sobre la calidad de aire interior, en este caso, se realizó una encuesta la cual se abarca en detalle en el EQ Crédito 10.

Adicionalmente, se debe indicar dentro del programa la necesidad de llevar a cabo una auditoría I-BEAM, por lo menos, una vez cada cinco años. Se recomienda que esta abarque los tres principales formularios (secciones A, B y C), los cuales comprenden una línea base de calidad de aire interior, inspecciones durante operaciones y mantenimiento, y, verificación de la gestión incluyendo revisión del programa, inspección de espacios internos y distribución del aire. Tras cada proceso de audición se debe realizar un informe con los resultados obtenidos.

Finalmente, se recomienda que la implementación se realice como un esfuerzo conjunto por parte de los departamentos administrativo, de mantenimiento y de gestión ambiental, en coordinación con contratistas involucrados y profesional LEED AP.

5.1.6.5 EQ Crédito 2. Estrategias avanzadas de calidad del aire interior

En esta ocasión se consideró inicialmente el cumplimiento de los requerimientos de las dos opciones señaladas en el Apéndice 1 para alcanzar los dos puntos que permite el crédito.

En primera instancia, para el cumplimiento de la primera opción se recomienda la instalación de un sistema de captura de polvo y partículas en las entradas del edificio. Se recomienda la colocación de alfombras especiales para exteriores en la entrada principal del edificio, teniendo en cuenta que si se dispone de la segunda entrada, ambas entradas, norte y sur del edificio, deberán contar con el sistemas de alfombrado. La alfombra debe tener de 3 metros de largo, como mínimo. Además, debe ser especialmente fabricada para exteriores, que resistan la humedad y permitan la retención de partículas y humedad. El mantenimiento debe realizarse, al menos, una vez a la semana, sin embargo, dependiendo de la condiciones la frecuencia puede ser aún mayor. La frecuencia y descripción de limpieza o cualquier otro tipo de mantenimiento que se aplique debe ser registrado. De esta manera, es posible obtener el primer punto.

En cuanto a los requerimientos de la segunda opción, se consideró la estrategia de implementación de sistema de medición de flujo de aire. Estos sistemas debe instalarse en puntos de escape del sistema de ventilación. El precio unitario para este tipo de sistemas se encuentra alrededor de los 33 000 colones (anemómetro modelo Herr-440). El dispositivo permite la medición de la velocidad y flujo del aire, es utilizado específicamente para sistemas de ventilación natural o aire acondicionados, no obstante, no almacena los datos remotamente, ni cuenta con un sistema de alarma. Dispositivos más apegados a los requerimientos LEED representan un costo económico entre 134 000 y 165 000 colones por unidad, como mínimo. Por lo tanto, no se considera un crédito alcanzable a corto plazo por lo que su puntaje no es contabilizado. De ser posible su instalación en el futuro, se debe asegurar que sean revisados y calibrados según lo indicado por el fabricante. Toda la información respecto a las mediciones realizadas, localización de los dispositivos y fichas técnicas, es parte de la documentación necesario para el cumplimiento.

Finalmente, se recomienda que la implementación de ambos sistemas se lleva a cabo por parte del departamento de mantenimiento y profesional LEED AP.

5.1.6.6 EQ Crédito 3. Confort térmico

Para el cumplimiento de este crédito se requiere la instalación de múltiples dispositivos de medición ambiental (temperatura, flujo de aire, temperatura radiante y humedad), se consideraron los precios de anemómetros consultados para el crédito anterior. Razón por la cual se considera una inversión económica significativamente alta. Consecuentemente, no se resulta un crédito alcanzable por lo que no se tomará en consideración su puntaje.

Sin embargo, se llevaron a cabo mediciones con el propósito de verificar las condiciones actuales del edificio. Adicionalmente, se determinó la concentración de dióxido de carbono, el Cuadro 5.21 contiene los valores medidos en los espacios de común ocupación.

Cuadro 5.21. Valores de CO₂, porcentaje de humedad relativa y temperatura medidos en espacios de ocupación regular.

Parámetro	Sala de estudio	Comedor	Lavandería	Oficina
CO ₂ (ppm)	364	377	371	419
% humedad relativa	67	67	66	65
Temperatura (°C)	23	23	23	24

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (2008), (EPA, por sus siglas en inglés), los valores máximos para asegurar confort a los ocupantes del sitio son 1 000 ppm de concentración de CO₂, 60% de humedad relativa y 26,6 °C. El cuadro anterior permite confirmar que los parámetros de concentración de dióxido de carbono y temperatura se encuentran en niveles óptimos. Sin embargo, los valores de humedad relativa superan al valor máximo establecido, lo cual puede deberse a condiciones climáticas. Por lo que se recomienda realizar monitoreos periódicos para monitorear las condiciones de humedad e identificar posibles medidas que permitan mejorar las condiciones actuales.

5.1.6.7 EQ Crédito 4. Iluminación interior

Debido a que gran parte de las luminarias del edificio son tecnología LED y valiéndose del hecho que sus fichas técnicas no indica que sean compatible con interruptores ajustables, resulta imposible el cumplimiento de la opción de control de la iluminación.

En cuanto a la segunda opción acerca de la calidad de iluminación, se plantea el reemplazo de las luminarias fluorescentes con las que cuenta el edificio de manera gradual conforme estas presenten problemas. Las nuevas luminarias deberán ser tecnología LED, además, deben tener un índice de reproducción cromática (CRI, por sus siglas en inglés) igual o superior a 80, la luminosidad debe ser menor a 2500 cd/m^2 y una su vida nominal debe ser de al menos 24 000 horas. Además, se debe limitar la iluminación superior directa al 25%, como máximo, del total de la carga de iluminación conectada en todos los espacios ocupados con regularidad. Para esto se recomienda que no todas las luminarias sean instaladas en el techo, o bien, que posean algún tipo de dispositivo u detalle de diseño que bloquee la emisión directa de luz.

Debido a que se prevé que el reemplazo de las luminarias no se dará de manera inmediata no se considera el puntaje de este crédito para la determinación de la posible certificación.

5.1.6.8 EQ Crédito 5. Iluminación natural y vistas de calidad

Se realizaron mediciones en los espacios más frecuentemente ocupados. En los sectores de comedores, salas de estudio y lavandería se realizaron distintas mediciones, de acuerdo a las indicaciones de la guía LEED para área mayores a los 14 m^2 (el área de cada uno de los espacios puede apreciarse en el Cuadro 5.17). Las figuras 5.9 y 5.10 muestran los valores medidos dentro de cada cuadrícula.

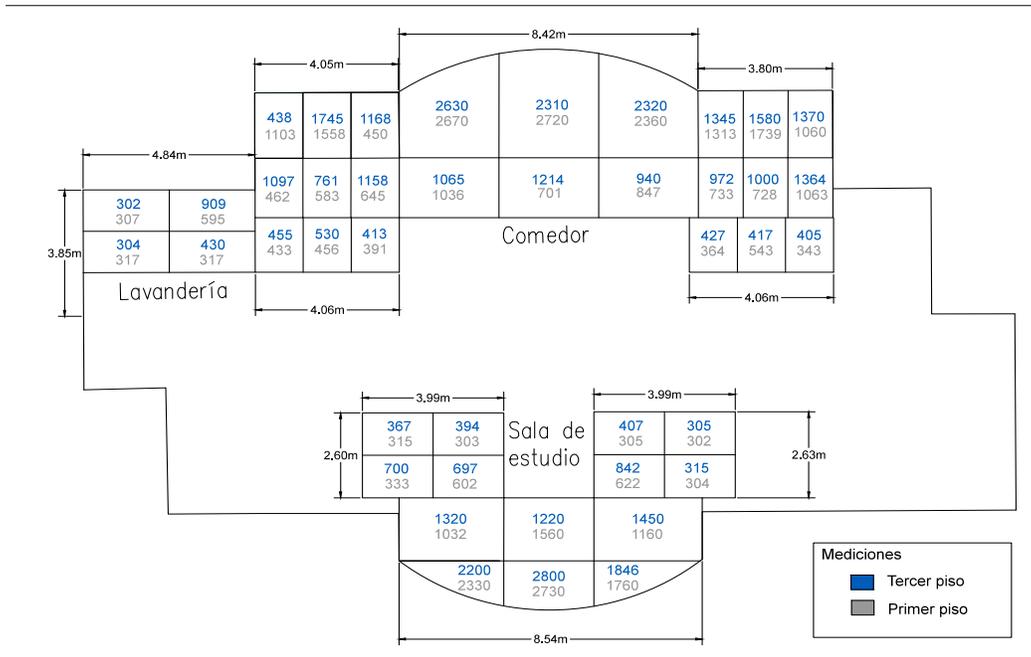


Figura 5.9. Medición de niveles de iluminación (lux) en áreas comunes de la edificación

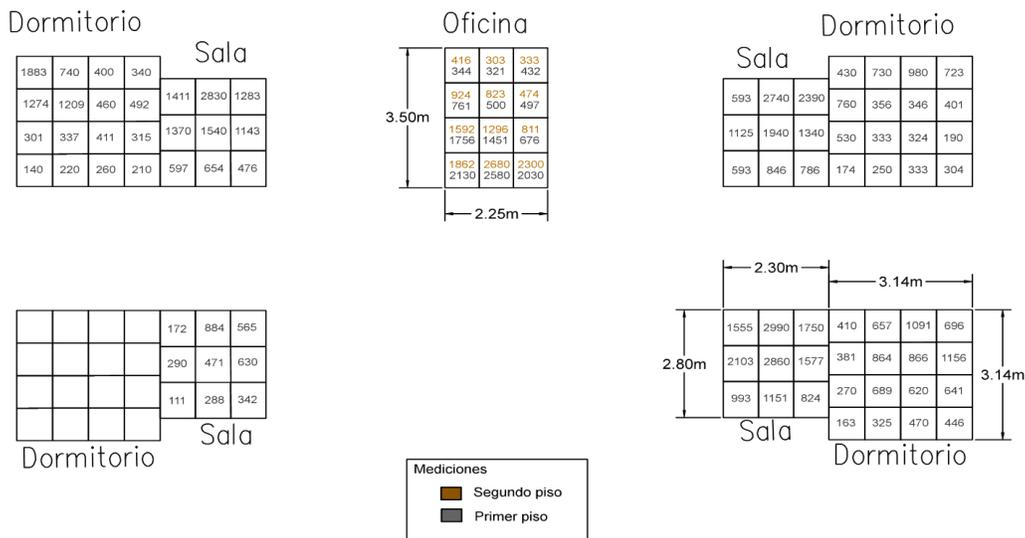


Figura 5.10. Medición de niveles de iluminación (lux) en dormitorios y oficinas.

Es importante resaltar, tal como se indica en las figuras anteriores, que las mediciones se realizaron, en el caso de las áreas comunes en el primer y tercer nivel, de esta forma pueden ser comparadas y, determinar así, si los rangos de iluminación son similares. Como se aprecia en la Figura 5.9, los datos de iluminación en ambos niveles del edificio guardan una estrecha

relación. De la misma manera, lo hacen los valores determinados en el área de oficinas del segundo y primer nivel. Las mediciones en los dormitorios se llevaron a cabo únicamente en el primer nivel del edificio ya se encuentran desocupados por el momento. La Figura 5.10 muestra los valores lux del espacio de la sala de estar inferior izquierda son menores todos los demás. En la misma habitación, se decidió no realizar mediciones debido a que se almacenaban temporalmente colchones que no permitían la correcta distribución de la luz dentro del espacio. Se recomienda que al momento de optar por la certificación se realicen nuevamente las mediciones en cada uno de los niveles. Se aconseja tomar en cuenta la ubicación de las habitaciones dentro del edificio, es decir, llevar a cabo mediciones en habitaciones del ala este como oeste con vista al norte y sur (dos habitaciones por ala, cuatro habitaciones por nivel). En términos generales, los valores de iluminación se encuentran dentro del rango aceptable (300 – 3000 lux), por lo que se cumpliría con la primera de las opciones disponibles, logrando alcanzar dos puntos.

Por otro lado, en relación con el cumplimiento de requisitos para asegurar a los usuarios vistas de calidad; todos los espacios ocupados regularmente cuentan con vistas al exterior en una línea de visión directa, el ventanaje no posee ningún tipo de detalle que distorsione la visión del exterior. Además, considerando los requerimientos opcionales, se cumple para todos los casos contar con los tres tipos de vista indicados (fauna, flora o cielo, movimiento u objetos ubicados a al menos 7,5 metros desde el exterior del vidrio). De la misma manera, no se presentan obstáculos que impidan la vista al exterior. Las fotografías mostradas seguidamente en la Figura 5.11 permiten verificar los requisitos anteriores, lo que permitiría obtener dos puntos adicionales.



Figura 5.11. Fotografías de ventanaje que ejemplifican las características de las vistas.

5.1.6.9 EQ Crédito 6. Limpieza ecológica – Evaluación de efectividad de la limpieza

Como parte de los requerimientos de desempeño del crédito se debe realizar anualmente una auditoría para la evaluación de las condiciones de limpieza dentro de la edificación. La auditoría debe basarse en los lineamientos APPA. Esta debe ser aplicada en un 10% de los distintos tipos de espacios, estos son seleccionados de manera aleatoria. Para la evaluación, el sistema cuenta con cinco niveles de apariencia, mediante los cuales se asigna un puntaje a cada ítem evaluado. Los niveles de calificación utilizados, según los lineamientos, corresponden a lo siguiente (Castro, 2012):

- Nivel 1: Orden impecable.
- Nivel 2: Aseo ordinario.
- Nivel 3: Desatención casual.
- Nivel 4: Desorden moderado.
- Nivel 5: Aseo negligente.

A cada uno de los ítems evaluados se debe asignar un factor de ponderación que toma en consideración a aquellos que representan una mayor dificultad u labor para mantener aseado. El Cuadro 5.22 es un ejemplo de plantilla utilizada para la evaluación del edificio.

Cuadro 5.22. Plantilla para el procedimiento de auditoría de limpieza según lineamientos APPA. (Adaptado de USGB, 2013).

Ítem	Factor de ponderación	Nivel de apariencia					Puntaje absoluto
		1	2	3	4	5	
Pisos	55						
Superficies horizontales	12						
Luminarias	3						
Contenedores de basura	23						
Superficies verticales	7						
Puntuación total							
Nivel = total/100							

En el Apéndice 3 se presentan los cuadros con el puntaje de las áreas de oficina, sala de estudio, comedor, lavandería y baterías sanitarias sometidas a valoración. Con el fin de obtener un nivel general para el edificio se promediaron los niveles alcanzado por cada uno de los espacios que fue evaluado.

Cuadro 5.23. Determinación del nivel promedio de limpieza del edificio según lineamientos APPA.

Espacio evaluado	Nivel obtenido
Oficina	1,45
Comedor	2,12
Sala de estudio	2,05
Lavandería	2,00
Baterías servicios sanitarios	2,12
Nivel promedio	1,95

Para el cumplimiento del crédito se debe alcanzar una puntuación igual o mejor a 2,5; por lo tanto, de acuerdo con los niveles de calificación establecidos, la edificación se encuentra en condiciones de limpieza que superan el límite, tal como se puede confirmar mediante los resultados presentados en el Cuadro 5.23. De tal manera, se cumple con los requerimientos y se logra acceder al puntaje del crédito.

No se debe dejar de lado las acciones de monitoreo e inspección incluidas en la política de limpieza ecológica.

Finalmente, se establece como encargados de implementación al profesional LEED AP, personal de limpieza en conjunto con el coordinador del conserjería.

5.1.6.10 EQ Crédito 7. Limpieza ecológica – Productos y materiales

Los productos de limpieza utilizados en el edificio se dividen en dos grupos, los adquiridos brindados a los estudiantes como parte del programa de residencias, los cuales se adquieren a través del departamento de proveeduría, y los utilizados para la limpieza general del edificio, los cuales están a cargo de la empresa de limpieza contratada.

Los productos adquiridos por medio del departamento de proveeduría es el jabón, desengrasantes y desinfectantes, todos para el uso de estudiantes dentro del área de cocina. Todos estos productos pertenecen a la marca Florex.

Por otro lado, los productos y materiales utilizados para la limpieza del edificio son parte de los servicios brindados por la empresa contratada para tal fin. Todos los productos de aplicación corresponden a la marca Wypex, elaborados por la compañía Jiqui S.A. Estos, a pesar de no contener componentes tóxicos, no cuentan con ningún tipo de certificado. Al igual que los productos Florex, son sometidos a pruebas de laboratorio, sin embargo, para el cumplimiento del crédito se requiere contar con algún sello que lo valide.

Algunos productos disponibles en el mercado que cumplen con los requerimientos del crédito son los productos Green Works de la compañía Clorox, donde se incluyen desinfectantes, sustancias limpiadoras de uso especializado, blanqueadores, paños para limpieza, esponjas, entre otros. En cuanto a productos de papel, como papel sanitario o toallas de papel, existen muchas marcas en el mercado con altos porcentajes de fibra reciclada, como productos Eco Sunrise. Existen también productos Cek, que incluyen todo tipo de productos de aplicación, productos de papel, paños de limpieza, equipo de protección como guantes, entre otros; los cuales cuentan con certificación Green Seal y Epa Compliant para materiales reciclados.

Se recomienda la adquisición de los productos mencionados anteriormente y evitar el uso de aerosoles. Se exhorta a implementar un registro conjunto de los materiales de limpieza, tanto de los utilizados por los estudiantes como aquellos utilizados por el personal de limpieza. El registro debe detallar la fecha de adquisición, tipo de producto, cantidad adquirida, costo, indicar si cumple o no con los criterios de sostenibilidad y el porcentaje que representa del total de la compra. Si el 75%, según el costo total, de las compras cumplen con los criterios ambientales se lograría obtener el punto correspondiente al crédito.

Por último, se recomienda que la implementación se lleve a cabo por parte del profesional LEED AP, departamento administrativo del edificio, departamento de proveeduría y conserjería, así como la empresa de limpieza bajo cumplimiento de contrato.

5.1.6.11 EQ Crédito 8. Limpieza ecológica – Equipo

El equipo utilizado para la limpieza de los distintos espacios de la edificación es de funcionamiento manual, no requiere de motores para su funcionamiento. Razón por la cual el crédito no es aplicable y no es posible alcanzar el puntaje.

5.1.6.12 EQ Crédito 9. Manejo integrado de plagas

El edificio no cuenta con un plan de manejo de plagas, y, al tratarse de una edificación reciente y con poco tiempo de ocupación, no se ha presentado problema alguno con ningún tipo de plaga. Ocasionalmente se aplica un insecticida comercial en ciertas áreas, aún no ocupadas, cuando se requiere. Por lo que se debe establecer e implementar un plan de manejo de plagas.

En primera instancia, se debe identificar al equipo encargado. Se recomienda que esté integrado por el coordinador de limpieza, un representante de los departamentos de administración, mantenimiento y gestión ambiental. Posteriormente, se deben identificar las principales plagas que pueden presentarse, como insectos, mosquitos, ratones, por detallar algunos; seguidamente deben establecerse medidas de monitoreo y control. Las medidas de

eliminación de plagas deben ser prioritariamente física o mecánicas, es decir, se considerará la aplicación de productos químicos como última opción.

Además, se deben establecer estrategias para informar a los ocupantes del edificio sobre la presencia de plagas y aplicación de plaguicidas. Deberá ser responsabilidad del administrador del sitio informar y colocar un aviso en la zona de aplicación. Este deberá mantenerse como mínimo durante 24 horas y debe incluir el nombre del pesticida, número de registro EPA, lugar a ser tratado y fecha de aplicación.

Para el cumplimiento del crédito el plan debe incluir un registro que contenga lo siguiente:

- Nombre de la plaga.
- Método de control.
- Cronograma de actividades.
- Responsable(s).
- Medidas de prevención.
- Valor de alerta que determine cuando se trata de una plaga.
- Nombre del producto aplicado y su toxicidad.
- Fecha y hora de aplicación del producto.
- Notificación a los ocupantes según estrategias previamente planteadas y documentadas dentro del plan.
- En caso de tratarse de una aplicación de emergencia, se debe describir en qué consistió la emergencia.

Es importante definir si el control de plagas se llevará a cabo internamente o si se requerirá de los servicios de una empresa externa. En este último caso, se requiere que la empresa cuente con una certificación GreenPro, EcoWise, o GreenShield.

A continuación se describen algunas de las medidas pertinentes, determinadas a partir de recomendaciones de la EPA (2017b) para el control de plagas:

- Establecer monitoreo mensual de las instalaciones para asegurar buen estado. La revisión debe incluir ventanas, tuberías, paredes, sitios de almacenamiento y depósitos de materiales y residuos.
- Recolección adecuada de residuos e inspección del sitio.
- Priorizar técnica de eliminación sin el uso de pesticidas (trampas, tratamientos térmicos o remoción física directamente).
- La aplicación debe darse por parte de personal capacitado.

Finalmente, se recomienda que la implementación del plan esté a cargo de todos los integrantes del equipo de manejo de plagas.

5.1.6.13 EQ Crédito 10. Confort de los ocupantes

La encuesta aplicada abarcó los aspectos de iluminación, confort térmico, aseo, acústica y conformidad general en cuanto a la ocupación de la edificación. Se registraron 39 respuestas por parte de los ocupantes regulares del edificio, lo cual representa un tasa de respuesta del 59%, como mínimo el crédito establece que se debe contar con la respuesta de al menos un 30% de la totalidad de los ocupantes.

En la categoría relacionada con la temperatura del edificio se consideraron las dos principales condiciones climáticas del país, es decir, se consultó sobre el nivel de satisfacción térmica tanto en época seca como en la lluviosa. Se encontró que durante la época seca no existe ningún nivel de insatisfacción, el 68% de los encuestados reportaron sentirse satisfechos o muy satisfechos en cuanto a la condiciones térmicas, mientras que el restante 28% de las respuestas reflejaron una posición neutral. Por otro lado, durante la época de mayor precipitación si se evidenció un grado de disconformidad por parte de los ocupantes. Un total del 10% de las repuestas fueron negativas; sin embargo, un 38% refleja satisfacción en cuanto a las condiciones térmicas dentro del edificio. La Figura 5.12 muestra gráficamente el detalle de lo descrito de manera previa.

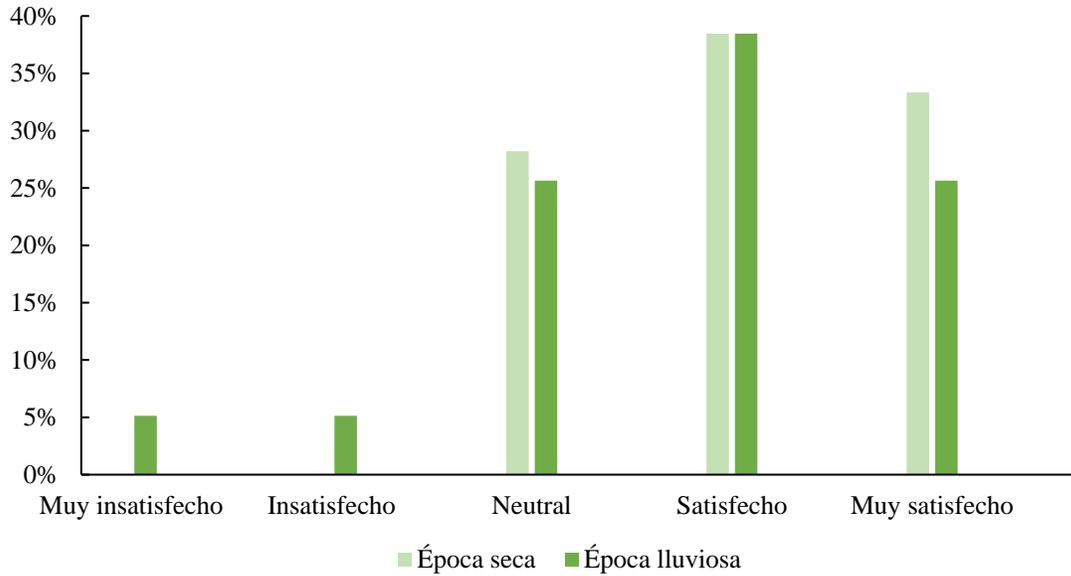


Figura 5.12. Niveles de confort térmico reportados por ocupantes regulares según períodos climáticos.

En cuanto a la calidad lumínica la encuesta realizada permitió obtener información sobre distintas áreas del edificio, específicamente áreas comunes, pasillos y escaleras y espacios privados, tanto para estudiantes como personal de limpieza y administrativo. La Figura 5.13 muestra que el mayor grado de satisfacción se presenta en relación con áreas de pasillos y escaleras; no obstante, las respuestas muestran cierto grado de insatisfacción respecto a las condiciones de iluminación en áreas comunes y, aún más, dormitorios y/u oficinas. Un 18% de las personas que respondieron la encuesta afirman estar inconformes con la iluminación en estos últimos espacios, estableciendo como motivo principal problemas en ciertas luminarias y un largo período de espera para su reparación. En términos generales, las respuestas reflejan conformidad respecto a las condiciones lumínicas en el interior del edificio.

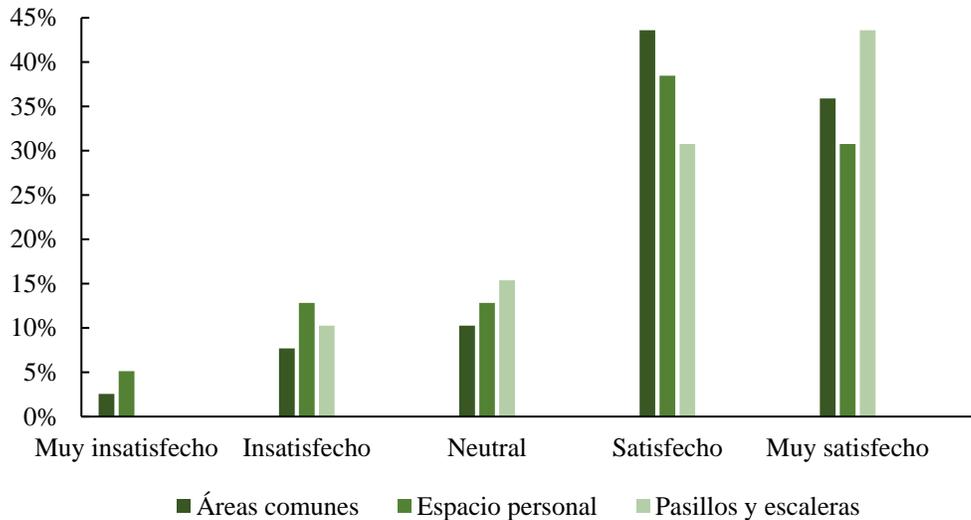


Figura 5.13. Niveles de confort de iluminación en distintas áreas de ocupación reportados por ocupantes regulares.

Si bien el porcentaje de disconformidad en relación a la iluminación en dormitorios y oficinas no supera el 20%, valor que si de ser alcanzado se deben plantear estrategias para su mejoramiento, de acuerdo con lo establecido en la guía de referencia LEED, se recomienda que ante cualquier fallo en luminarias estas sean reemplazadas por tecnologías LED, tal como fue recomendado en créditos previos.

Respecto a calidad de aire dentro del edificio no se obtuvo respuestas negativas y solamente un 15% de estas reflejaban una percepción neutral, lo cual se evidencia en la Figura 5.14 Dentro de la encuesta se buscaba conocer el o los motivos que generan insatisfacción en cada categoría, en este caso, a pesar de no contar con respuestas que lo indicaran, sí se encontraron factores que afectan la calidad del aire según la opinión de los ocupantes. Un 10% de las respuestas señalaron la falta de ventilación como el principal factor, mientras un 10% apuntan a corrientes de viento muy fuerte y malos olores. De las siete respuestas en las cuales se indicaron tales factores, solamente dos señalaban un nivel de satisfacción neutral, mientras que las cinco restantes representaban respuestas positivas, por lo que se podría inferir que los problemas mencionados se presentan ocasionalmente. Sin embargo, se recomienda realizar inspecciones aleatorias para determinar si la frecuencia de tales situaciones.

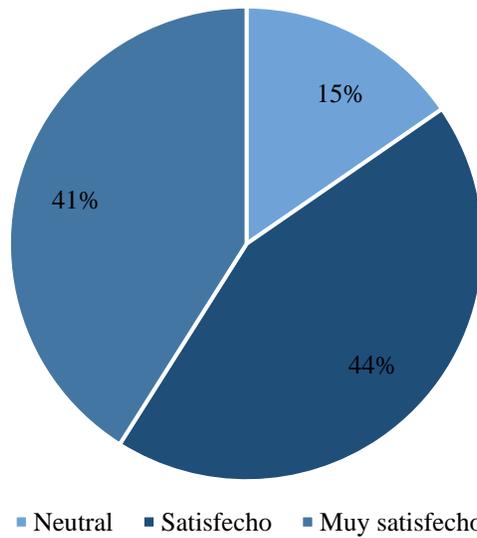


Figura 5.14. Niveles de confort de calidad del aire reportados por ocupantes regulares.

Acercas del factor acústico la encuesta permitió tener información sobre el nivel de confort respecto a niveles de ruido y privacidad sonora, es decir, la posibilidad de mantener conversación normal de manera privada. En ambos casos las respuestas negativas superaron en gran medida a los aspectos evaluados anteriormente. El mayor porcentaje de disconformidad, 44% en total, se relaciona con la privacidad acústica dentro del edificio, así lo muestra la Figura 5.15 con un 18% y 26%. Los resultados para los niveles de ruido fueron similares en cuanto al nivel de insatisfacción, al registrar un 33% de respuestas negativas.

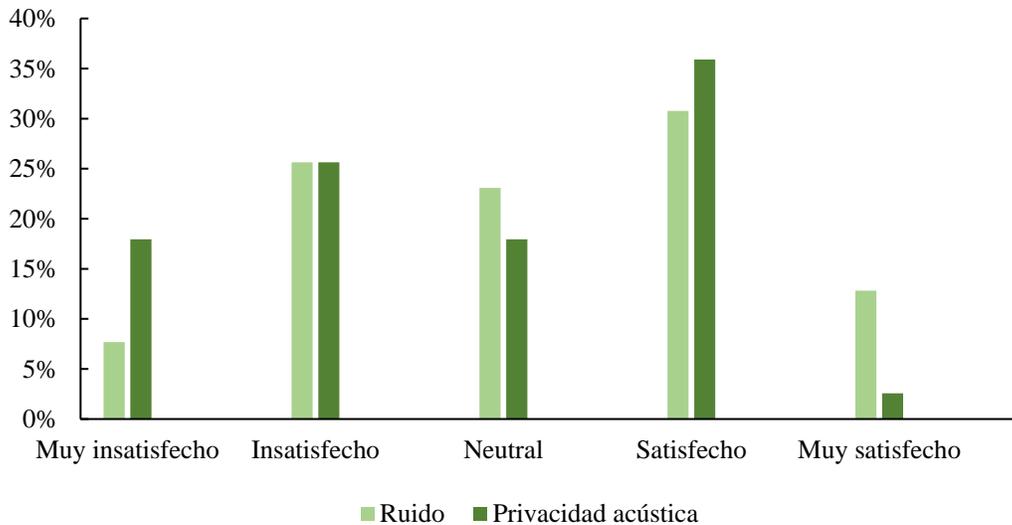


Figura 5.15. Niveles de confort acústico reportados por ocupantes regulares.

El principal motivo de molestia resultó ser la incapacidad de mantener privacidad al momento de establecer una conversación. Al igual que la presencia de ruidos externos, son los segundos factores causantes de descontento por parte de los ocupantes, así como se puede apreciar en la siguiente figura. Se recomienda, como medida principal, indicar la necesidad de mantener el silencio o niveles adecuados de voz en áreas comunes, principalmente salas de estudio. Asimismo, existen materiales aislantes, como fibras o corchos, decorativos que impiden la expansión de la ondas sonoras, de esta forma se evita una modificación estructural del edificio, lo cual no se considera como una opción viable.

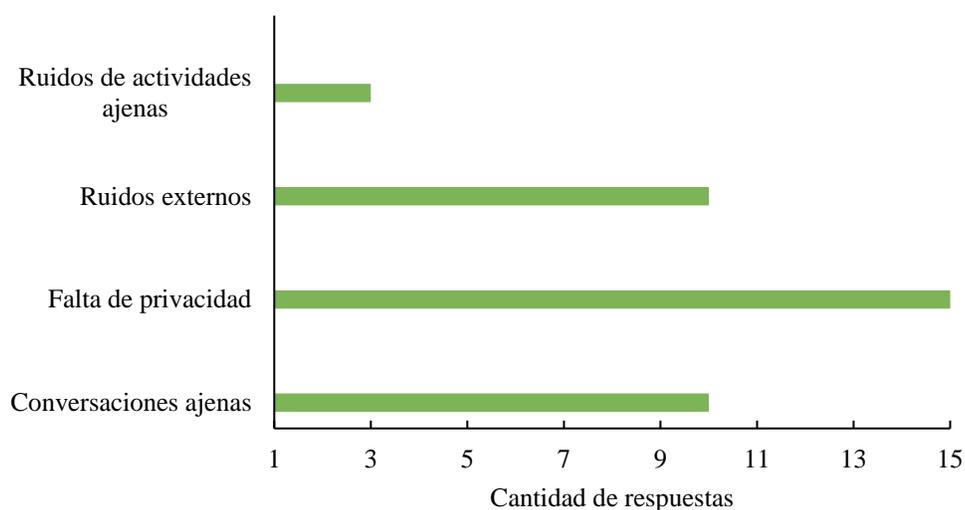


Figura 5.16. Principales motivos de disconformidad de condiciones acústicas del edificio.

Un aspecto más evaluado fue la de calidad de limpieza dentro del edificio, donde se obtuvo resultados que muestran un alto grado de satisfacción, un 85%, tal como se puede apreciar en la Figura 5.17. Solamente un 10% de las respuestas indicaron molestia respecto a la condiciones de limpieza, específicamente en las áreas de comedores y habitaciones. En ambos casos, el aseo es responsabilidad de los mismo estudiantes que residen en el edificio. A pesar de no superar el valor de umbral de insatisfacción, se recomienda establecer lineamientos de limpieza para los estudiantes y realizar inspecciones aleatorias para evaluar el desempeño.

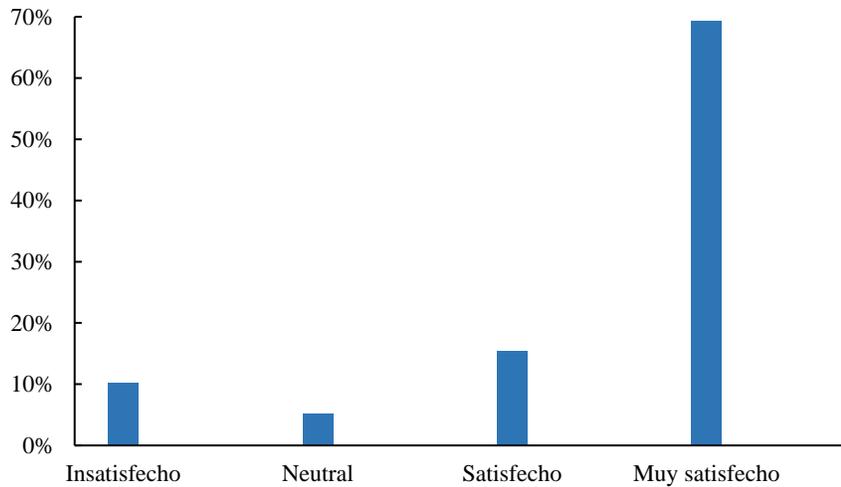


Figura 5.17. Niveles de confort respecto a condiciones de limpieza reportados por ocupantes regulares.

Para concluir con la encuesta se determinó el nivel de satisfacción general de los ocupantes. La Figura 5.18 permite apreciar que el 100% de las respuestas fueron positivas, es decir, no se obtuvo ninguna respuesta que indicara insatisfacción respecto a la ocupación del edificio. Por el contrario, un 79% de los encuestados afirman estar satisfechos o muy satisfechos y solamente un 21% se definieron neutrales.

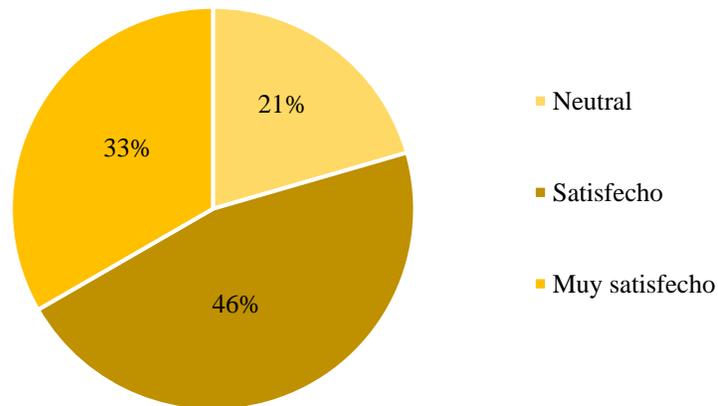


Figura 5.18. Niveles de confort general respecto a la ocupación del edificio.

Por lo tanto, de acuerdo al alto nivel general de conformidad de los ocupantes, se establece que las condiciones actuales de operación del edificio permiten a los usuarios desarrollarse

un ambiente de calidad. No se deben dejar de lado las recomendaciones para el mejoramiento de la calidad acústicas de la edificación.

Finalmente, se recomienda realizar la encuesta nuevamente cuando el edificio se encuentre totalmente ocupado y con una frecuencia de al menos dos años.

5.1.7 Innovación (IN)

5.1.7.1 IN Crédito 1. Innovación

Para el alcance de este crédito se genera como propuesta de innovación el cumplimiento de algún programa de certificación ambiental, obtención de sello ambiental o reconocimiento de desempeño ambiental propios del país donde se desarrolla el proyecto. Para lo cual se debe detallar el nombre del programa, sello o reconocimiento, al igual que los aspectos ambientales evaluados, planes de acción e indicadores ambientales establecidos, de ser aplicable. Además, para alcanzar el cumplimiento se debe presentar documentación oficial que permite comprobar la vigencia y veracidad del reconocimiento, galardón o nivel de certificación alcanzado. El Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), el reconocimiento sello Carbono Neutral, los reconocimientos incluidos en el Sistema de Reconocimientos Ambientales (SIREA) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Reconocimiento de Excelencia Ambiental otorgado por la Dirección de Cambio Climático (DIGECA) a instituciones públicas, son algunos ejemplos que se recomiendan válidos para el cumplimiento del crédito.

En el caso particular del más reciente edificio de residencias se considera la obtención del galardón PBAE, ya que es una de las metas a mediano plazo de la GASEL. Se deberá presentar la categoría correspondiente del PBAE, los objetivos del programa, los aspectos evaluados con detalle de las condiciones del edificio al momento de evaluación y puntaje obtenido en cada aspecto, así como el nivel del galardón obtenido según la gradación de estrellas.

Adicionalmente, se consideró una segunda opción para alcanzar un punto más, para lo cual se verificó el cumplimiento de un crédito piloto establecido por el USGBC; los posibles créditos se detallan en el Cuadro A.1.10 del Apéndice 1. Considerando que el edificio no utiliza sistemas de sistemas de enfriamiento mecánicos, se opta por el cumplimiento del crédito del no uso de torres de enfriamiento. Para lo cual se debe demostrar mediante planos de diseño o simulación energética que el edificio no requiere de sistemas de ventilación mecánicos o aire acondicionado para su operación.

Se recomienda que la implementación se lleve a cabo por parte del profesional LEED AP, departamento de ingeniería, unidad de gestión ambiental y administración del edificio.

5.1.7.2 IN Crédito 2. Profesional LEED acreditado.

A pesar de no ser indispensable contar con un profesional LEED AP para el proceso de certificación, resulta de gran beneficio contar con uno. Contar con la experiencia y conocimiento de un profesional de este tipo permitirá facilitar el cumplimiento de los distintos requerimientos del sistema, así como modificaciones que se realicen a la versión del sistema LEED. Además, se lograría alcanzar un punto por su participación en el proyecto.

Institucionalmente sería factible contar con un profesional acreditado debido a la amplia gama de profesionales que laboran dentro de la institución en distintos departamentos, por lo que podría no ser necesario optar por una contratación de personal externo.

5.1.8 Prioridad regional (PR)

5.1.8.1 PR Crédito 1. Prioridad regional.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el sitio web oficial del USGBC (2017e) se establecen como créditos prioritarios para la categoría del sistema LEED Operación y Mantenimiento de Edificios Existentes los detallados a continuación:

EA Crédito 7. Energías renovables y compensaciones de carbono.

EA Crédito 4. Optimización del desempeño energético.

EQ Crédito 5. Iluminación natural y vistas de calidad.

SS Crédito 2. Manejo de aguas pluviales

WE Crédito 1. Reducción del consumo de agua exterior.

WE Crédito 2. Reducción del consumo de agua interno.

De acuerdo con información establecida anteriormente, los créditos de iluminación natural y vistas de calidad, manejo de aguas pluviales y reducción del consumo de agua exterior se cumplen actualmente, por lo que se obtendrían tres puntos adicionales; además, se logra obtener dos puntos en el crédito de energía renovable, por lo que se lograría obtener cuatro puntos correspondientes a la categoría de prioridad regional.

5.2 RESUMEN DE CRÉDITOS ALCANZABLES PARA OBTENER LA CERTIFICACIÓN LEED

Las medidas estratégicas fueron clasificadas según su factibilidad de implementación y cumplimiento o su aplicabilidad de acuerdo con las condiciones propias del edificio. Se presenta en el Cuadro 5.24 una síntesis de las principales medidas que deben seguirse para cada uno de los requerimientos LEED, tanto obligatorios como opcionales, a su vez se indica la clasificación anterior.

Cuadro 5.24. Resumen y clasificación de estrategias planteadas para el cumplimiento de los requerimientos LEED.

Requerimiento	Estrategia propuesta	Factibilidad de cumplimiento
LT Crédito 1. Transporte alternativo	Realizar encuesta al alcanzar ocupación máxima.	Sí
SS Prerrequisito 1. Política de gestión del sitio	Creación de política de gestión ambiental que incluya el plan de acción del PGAI y medidas propuestas detalladas en el cuadro R.3.	Sí
SS Crédito 1. Desarrollo del sitio – Protección o restauración del hábitat	Siembra de especies arbóreas recomendadas.	Sí
SS Crédito 2. Manejo de aguas pluviales	Mantener condiciones del pavimento permeable de tal manera que siempre sea posible el drenaje.	Sí
SS Crédito 3. Reducción del efecto isla de calor	Siembra de especies arbóreas recomendadas.	Sí
SS Crédito 4. Reducción de la contaminación lumínica	Se cumple bajo las condiciones actuales.	Sí
SS Crédito 5. Gestión del sitio	Eliminar el uso de maquinarias que utilicen combustible para el mantenimiento de zonas verdes.	Improbable
SS Crédito 6. Plan de mejora del sitio	Incluir en el plan lo detallado en el SS Prerrequisito 1, detalles de estudio de suelo y especies arbóreas sembradas.	Sí
WE Prerrequisito 1. Reducción del consumo de agua interno	Realizar el análisis de línea base al alcanzar la ocupación máxima. Reemplazo de cabezales de ducha.	Sí
WE Prerrequisito 2. Medición de consumo de agua por edificio	Implementación de un sistema de medición de consumo de agua dentro del edificio. Registrar consumos mensuales, contar con registro de al menos un año de antigüedad.	Sí
WE Crédito 1. Reducción del consumo de agua exterior	Cumplimiento bajo condiciones actuales. Documentar el no requerimiento de riego en zonas verdes.	Sí
WE Crédito 2. Reducción del consumo de agua interno	Reemplazo de cabezales de ducha. Mantener un registro de consumo interno tras la instalación de un medidor.	Probable
WE Crédito 3. Consumo de agua de torre de enfriamiento	No se cuenta con torres de enfriamiento por lo que no es aplicable.	No
WE Crédito 4. Medición del consumo de agua	Implementación de sistema de medición de consumo de agua por nivel del edificio.	Improbable
EA Prerrequisito 1. Mejores prácticas para la gestión de eficiencia energética	Documentar información respecto a los sistemas eléctricos. Elaborar plan de mantenimiento de equipos que incluya indicaciones del fabricante y plan de operación del edificio. Aplicación de auditoría ASHRAE nivel 1.	Sí

Continuación Cuadro 5.24.

Requerimiento	Estrategia propuesta	Factibilidad de cumplimiento
EA Prerrequisito 2. Eficiencia energética mínima	Comparación con datos históricos de antiguas residencias estudiantiles que demuestre un 25% de ahorro en el consumo eléctrico.	Sí
EA Prerrequisito 3. Medición de consumo de energía por edificio	Se cuenta con medidor de consumo eléctrico, se debe implementar un sistema de registro.	Sí
EA Prerrequisito 4. Gestión básica de refrigerantes	Se cumple bajo las condiciones de operación actuales.	Sí
EA Crédito 1. Comisionamiento del edificio – Análisis	Desarrollar un plan de comisionamiento que incluya estado actualizado de los equipos, la identificación, el análisis y la priorización de oportunidades de mejora.	Sí
EA Crédito 2. Comisionamiento del edificio – Implementación	Implementar las oportunidades de mejora que no impliquen gasto económico. Priorizar medidas que impliquen alguna inversión según el presupuesto.	Sí
EA Crédito 3. Comisionamiento continuo	Darle continuidad al plan de comisionamiento e implementación de mejoras sugeridas.	Sí
EA Crédito 4. Optimización del desempeño energético	Campañas y capacitaciones para la reducción del consumo eléctrico. Reemplazo paulatino de luminarias fluorescentes por tecnología LED.	Improbable
EA Crédito 5. Medición avanzada de energía	Instalación de sistemas de medición por subsistemas.	Improbable
EA Crédito 6. Respuesta a la demanda	A partir de los registros determinar el valor de la demanda máxima. Seguir las recomendaciones de créditos previos para reducción. Establecer vínculo con la compañía que brinda el servicio para posible programa de respuesta a la demanda.	Probable
EA Crédito 7. Energías renovables y compensaciones de carbono	No contabilizar la energía hidroeléctrica de embalse ni la energía térmica como fuente renovables.	Sí
EA Crédito 8. Gestión avanzada de refrigerantes	Se cumple bajo las condiciones de operación actuales.	Sí
MR Prerrequisito 1. Política de compras y desechos continuos	El plan de gestión de residuos sólidos actual, medidas ambientales del PGAI y manual de compras sostenibles (estos últimos en proceso de aprobación) permiten el cumplimiento.	Sí
MR Prerrequisito 2. Política de mantenimiento y renovación de instalaciones	Elaboración de política de mantenimiento y renovación de instalaciones.	Sí
MR Crédito 1. Compras – Continuas	Aplicación de manual de compras sostenibles para compras continuas y comprobación de que al menos el 60%, según costo, cumplen con criterios ambientales. Elaboración registro de compras.	Sí

Continuación Cuadro 5.24.

Requerimiento	Estrategia propuesta	Factibilidad de cumplimiento
MR Crédito 2. Compras – Lámparas	Se cumple bajo las condiciones de operación actuales.	Sí
MR Crédito 3. Compras - Mantenimiento y renovación de instalaciones	Demostrar que no se planean remodelaciones durante el período de desempeño. En caso de requerir alguna modificación, registrarse según el manual de compras sostenibles y/o ETAs e identificar el porcentaje de cumplimiento en costo monetario.	Sí
MR Crédito 4. Gestión de residuos sólidos – Continuo	Verificar que las medidas de gestión de residuos sólidos permiten que al menos el 50% de los residuos generados son reciclados.	Sí
MR Crédito 5. Gestión de residuos sólidos - Mantenimiento y renovación de instalaciones	Seguimiento de lineamientos de ETAs para la gestión de residuos de construcciones.	Sí
EQ Prerrequisito 1. Desempeño mínimo de la calidad del aire interior	Las características del ventanaje cumple con lo establecido. Verificar efectividad de ventilación natural siguiendo la Figura 5.8.	Probable
EQ Prerrequisito 2. Control del humo ambiental del tabaco	Se cumple bajo las condiciones de operación actuales. Colocar señalización de prohibición.	Sí
EQ Prerrequisito 3. Política de Limpieza Ecológica	Desarrollar política de limpieza ecológica.	Sí
EQ Crédito 1. Programa de gestión de la calidad del aire interior	Incluir protocolos detallados en cuadro 5.20, realizarlo de manera conjunta con el plan de operaciones y mantenimiento. Llevar a cabo una auditoría I-BEAM una vez cada cinco años.	Sí
EQ Crédito 2. Estrategias avanzadas de calidad del aire interior	Instalación de alfombra para exteriores en la entrada principal del edificio.	Probable
EQ Crédito 3. Confort térmico	Instalación de sistemas de medición ambiental (temperatura, humedad y flujo de aire).	Improbable
EQ Crédito 4. Iluminación interior	Reemplazo de fluorescentes por luminarias tecnología LED.	Improbable
EQ Crédito 5. Iluminación natural y vistas de calidad	Se cumple bajo las condiciones de operación actuales. Llevar a cabo una segunda medición.	Sí
EQ Crédito 6. Limpieza ecológica – Evaluación de efectividad de la limpieza	Se cumple bajo las condiciones de operación actuales.	Sí
EQ Crédito 7. Limpieza ecológica – Productos y materiales	Adquirir productos y materiales de limpieza que cuenten con certificados ambientales.	Probable
EQ Crédito 8. Limpieza ecológica – Equipo	Se utiliza únicamente equipos de limpieza manual por lo que el crédito no es aplicable.	No
EQ Crédito 9. Manejo integrado de plagas	Desarrollar un plan integral de manejo de plagas.	Sí
EQ Crédito 10. Confort de los ocupantes	Aplicación de encuesta de confort.	Sí

Continuación Cuadro 5.24.

Requerimiento	Estrategia propuesta	Factibilidad de cumplimiento
IN Crédito 1. Innovación	Demostrar la obtención del galardón del PBAE y el no requerimiento de torres de enfriamiento para la operación del edificio.	Probable
IN Crédito 2. Profesional LEED acreditado	Contar con la colaboración de un profesional acreditado LEED durante el proceso de certificación.	Probable
PR Crédito 1. Prioridad regional	Verificar el cumplimiento de los créditos EQ Crédito 5, SS Crédito 2, WE Crédito 1 y EA Crédito 7.	Sí

El puntaje estimado a ser obtenido en cada uno de los créditos se estableció según su clasificación. Es necesario reiterar que el cumplimiento de los prerrequisitos de cada una de las categorías es indispensable para obtener la certificación LEED.

El área de evaluación correspondiente a locación y transporte contiene únicamente un crédito y la totalidad de los puntos es alcanzable. Asimismo, en la categoría de sitios sustentables la gran parte de los créditos se consideran alcanzables, no obstante, no se contabilizó el puntaje del SS Crédito 5, debido a la necesidad del reemplazo de maquinarias que utilicen combustibles fósiles para el mantenimiento del área verde. Se consideró que esta medida que la compra del equipo adecuado por parte de la institución o una nueva contratación de la empresa encargada no se llevará a cabo en un corto plazo. Por lo tanto, tal como se muestra en el Cuadro 5.25, en conjunto se puede obtener 24 puntos de los 25 totales.

Cuadro 5.25. Puntaje estimado para los créditos de las categorías de Locación y transporte y Sitios sustentables.

Crédito	Puntaje
LT Crédito 1. Transporte alternativo	15
SS Crédito 1. Desarrollo del sitio-Protección o restauración	2
SS Crédito 2. Manejo de aguas pluviales	3
SS Crédito 3. Reducción del efecto isla de calor	2
SS Crédito 4. Reducción de la contaminación lumínica	1
SS Crédito 5. Gestión del sitio	0
SS Crédito 6. Plan de mejora del sitio	1
TOTAL	24

El Cuadro 5.26 muestra los puntajes para las categorías de Uso Eficiente del Agua y Energía y Atmósfera. En la primera de estas es posible obtener únicamente cinco puntos de los doce posibles. Principalmente, debido a la reducción del consumo interno de agua, ya que únicamente se propuso el cambio de los cabezales de ducha, considerando el poco período de operación que ha tenido el edificio. Además, el edificio no cuenta con torres de enfriamiento por lo que el crédito respectivo no resulta alcanzable, como se detalló con anterioridad. Por otro lado, los créditos 4,5 y 6 no se consideran alcanzables debido a que implican un reemplazo de dispositivos y equipos que no se supone factible a mediano plazo debido a la reciente adquisición de estos.

Cuadro 5.26. Puntaje estimado para los créditos de las categorías de Uso eficiente del agua y Energía y atmósfera.

Crédito	Puntaje
WE Crédito 1. Reducción del consumo de agua exterior	2
WE Crédito 2. Reducción del consumo de agua interno	1
WE Crédito 3. Consumo de agua de torre de enfriamiento	0
WE Crédito 4. Medición del consumo de agua	0
EA Crédito 1. Comisionamiento del edificio – Análisis	2
EA Crédito 2. Comisionamiento del edificio – Implementación	2
EA Crédito 3. Comisionamiento continuo	3
EA Crédito 4. Optimización del desempeño energético	0
EA Crédito 5. Medición avanzada de energía	0
EA Crédito 6. Respuesta a la demanda	0
EA Crédito 7. Energías renovables y compensaciones de carbono	2
EA Crédito 8. Gestión avanzada de refrigerantes	1
TOTAL	13

En la siguiente categoría, Materiales y Recursos, de acuerdo con las estrategias propuestas todos los créditos con alcanzables, por lo que se lograría alcanzar el puntaje total de ocho punto. Lo anterior se puede apreciar con detalle en el Cuadro 5.27.

Cuadro 5.27. Puntaje estimado para los créditos de la categoría Materiales y Recursos.

Crédito	Puntaje
MR Crédito 1. Compras - Continuas	1
MR Crédito 2. Compras - Lámparas	1
MR Crédito 3. Compras - Mantenimiento y renovación de instalaciones	2
MR Crédito 4. Gestión de desechos sólidos - Continuos	2
MR Crédito 5. Gestión de desechos sólidos - Mantenimiento	2
TOTAL	8

En la categoría de Calidad Ambiental Interna el puntaje máximo a obtener es de diecisiete puntos. Sin embargo, como se señaló en el Cuadro 5.24, el cumplimiento del EQ Crédito 3 y EQ Crédito 4 es poco probable, debido al gran costo económico que implican los requerimientos. A su vez, el crédito relacionado con los equipos de limpieza no es aplicable ya que no se utilizan equipos mecánicos. Por lo tanto, el Cuadro 5.28 muestra que el puntaje posible de alcanzar es igual a doce puntos.

Cuadro 5.28. Puntaje estimado para los créditos de la categoría de Calidad Ambiental Interna.

Crédito	Puntaje
EQ Crédito 1. Programa de gestión de la calidad del aire interior	2
EQ Crédito 2. Estrategias avanzadas de calidad del aire interior	1
EQ Crédito 3. Confort térmico	0
EQ Crédito 4. Iluminación interior	0
EQ Crédito 5. Iluminación natural y vistas de calidad	4
EQ Crédito 6. Limpieza ecológica – Evaluación de efectividad de la limpieza	1
EQ Crédito 7. Limpieza ecológica – Productos y materiales	1
EQ Crédito 8. Limpieza ecológica – Equipo	0
EQ Crédito 9. Manejo integrado de plagas	2
EQ Crédito 10. Confort de los ocupantes	1
TOTAL	12

Por último, se considera posible la obtención de siete puntos correspondientes a las categorías de Innovación y Prioridad regional. El Cuadro 5.29 presenta los puntos estimados a ser obtenidos para cada crédito de estas categorías.

Cuadro 5.29. Puntaje estimado para los créditos de las categorías de Innovación y Prioridad Regional.

Crédito	Puntaje
IN Crédito 1. Innovación	2
IN Crédito 2. Profesional LEED acreditado	1
PR. Crédito 1. Prioridad regional	4
TOTAL	7

De esta manera, tras la implementación de las estrategias recomendadas es posible obtener una puntuación final de setenta y nueve puntos, como se resume en el Cuadro 5.30. Puede apreciarse que las categorías de Locación y transporte, Sitios sostenibles y Energía ambiente son las áreas en las que es posible obtener un mayor puntaje.

Cuadro 5.30. Resumen de puntaje total estimado tras la implementación de las medidas.

Categoría	Puntaje estimado	Puntaje máximos
LT	15	15
SS	9	10
WE	3	12
EA	10	38
MR	8	8
EQ	12	17
IN	3	6
PR	4	4
CALIFICACION	64	110

Tras la determinación del puntaje total estimado y de acuerdo con la distribución del puntaje para cada nivel de certificación, sería posible conseguir una certificación oro (60 – 79 puntos).

5.3 LISTA DE VERIFICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DE EDIFICACIONES BAJO EL SISTEMA LEED EB: O+M V4

En este apartado se presenta una lista de verificación que incluye cada uno de los aspectos de desempeño considerados en las distintas áreas de evaluación, así como las estrategias de cumplimiento planteadas por el sistema y principales acciones implicadas. Es indispensable señalar que la lista elaborada es aplicable para aquellos edificios que se incluyan en la categoría del sistema LEED Operación y Mantenimiento – Edificios Existentes, ya que en algunas áreas los requerimientos para otro tipo de edificaciones puede variar. La lista permite conocer los principales requerimientos, tanto obligatorios como de acatamiento opcional. El cumplimiento de los prerrequisitos, como se ha mencionado ya con anterioridad, es indispensable y pueden distinguirse por su color amarillo o naranja en la casilla de aplicabilidad, indicando una única opción para el cumplimiento o la posibilidad de seguir alguna de las opciones descritas en la guía de referencia, respectivamente. A pesar de ser una lista basada en los lineamientos del sistemas LEED, como ya se indicó, la implementación de algunas de las acciones en edificios, o bien, la consideración de estas en distintos proyectos puede ayudar significativamente al mejoramiento del desempeño ambiental, así no se desee obtener una certificación.

A continuación se presentan la lista seccionada en cada una de las áreas de evaluación para su mayor comprensión, sin embargo, la lista unificada se presenta en el Apéndice 4.

Cuadro 5.31. Lista de verificación para el área de evaluación de Locación y transporte (LT).

Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
			Sí	No	Obligatorio
Transporte alternativo	Opción 1. Encuesta de transporte	Realizar una encuesta a los ocupantes regulares y visitantes, al menos cada cinco años.			
	Opción 2. Tasa de transporte alternativo	Determinar la tasa de transporte alternativo.			
	Opción 3. Programa integral de transporte alternativo	Implementar programa que incentive el uso de transportes alternativos.			

Cuadro 5.32. Lista de verificación para el área de evaluación de Sitios sustentables (SS).

Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
			Sí	No	Obligatorio
Política de gestión del sitio	Desarrollo e implementación de una política de gestión del sitio.	Determinar prácticas actuales de gestión.			
		Evaluar elementos como consumo de agua, consumo eléctrico, contaminación atmosférica, gestión de residuos sólidos, limpieza interior y exterior, erosión y sedimentación, almacenamiento y mantenimiento de equipo.			
Desarrollo del sitio – Protección o restauración del hábitat	Opción 1. Restauración del sitio.	Conservar, al menos, el 20% del área total del sitio con cobertura vegetal (autóctona o adaptada).			
	Opción 2. Apoyo financiero	Brindar apoyo económico a entidades involucradas con la conservación natural, considerando una contribución mínima de 0,05 \$ por metro cuadrado.			
Manejo de aguas pluviales	Prácticas de desarrollo de bajo impacto para la recolección y tratamiento del agua.	Implementar sistemas que permitan recuperar el agua pluvial del 25% de las superficies impermeables para el percentil 95 de las tormentas.			
		Contar con un programa de inspección anual que permita la verificación del correcto funcionamiento del sistema implementado.			
Reducción de la isla de calor	Opción 1. No techada.	Implementar alguna(s) de las estrategias propuestas en al menos el 50% del área pavimentada del sitio.			
	Opción 2. Techadas.	Utilizar materiales de cubierta que cumplan con el SRI establecido en al menos el 75% del área techada.			
	Opción 3. No techadas y techadas.	Implementar medidas para las áreas techadas y no techadas, correspondientemente, que permitan el cumplimiento del criterio LEED solicitado.			
	Opción 4. Estacionamiento bajo techo.	Ubicar al menos el 50% de los espacios de estacionamiento bajo techo.			
Reducción de la contaminación lumínica	Opción 1. Cubrir luminarias.	Cubrir luminarias exteriores, asegurando que no se emita luz directamente por encima la línea horizontal.			
	Opción 2. Medición del perímetro.	Realizar mediciones de iluminación nocturna, confirmando que los niveles de iluminación no superan el 20% del nivel medido con las luminarias apagadas.			
Manejo del sitio	Demostrar que se cumple con criterios de gestión ambiental.	Verificar el cumplimiento de criterios LEED en relación al uso de sustancias químicas, erosión y sedimentación, contaminación atmosféricas, residuos orgánicos, sistemas de riego y almacenamiento de equipos y materiales.			
	Opción 1. Área de césped limitada.	Limitar el césped a un máximo del 25% de la zona con cobertura vegetal.			
	Opción 2. Equipamiento manual o eléctrico.	Utilizar únicamente equipo manual o eléctrico para todas las operaciones del sitio.			
	Opción 3. Reducción de las emisiones del equipamiento del sitio.	Demostrar y mantener una reducción del 50% de las emisiones de hidrocarburos y óxido de nitrógeno y un 75% para emisiones de monóxido de carbono, respecto a las normas de referencia.			
Plan de mejora del sitio	Establecimiento de un plan integral de mejora del sitio.	Establecer e implementar un plan de gestión del sitio que abarque elementos hidrológicos, de vegetación y suelos.			

Cuadro 5.33. Lista de verificación para el área de evaluación de Uso eficiente del agua (WE).

Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
			Sí	No	Obligatorio
Reducción del consumo de agua interno	Opción 1. Cálculo del consumo de agua.	Reducir el consumo de agua interno basándose en los accesorios de plomería determinados por la guía de evaluación LEED, de modo que el consumo sea igual o inferior a la línea base de LEED v4.			
	Opción 2. Medición del consumo de agua.	Mantener registros de consumo de agua interno por un período anual para establecer una línea base de consumo.			
Medición del consumo de agua por edificio	Medidores permanentes.	Registrar los datos de consumo total de agua potable de la edificación y terrenos asociados mensuales y compartirlos con el USGBC durante cinco años.			
Reducción del consumo de agua exterior	Opción 1. Riego no requerido.	Demostrar que los elementos naturales no requerirán de riego posterior al período máximo de arraigo de dos años.			
	Opción 2. No se cuenta con medidor de riego instalado.	Calcular los requisitos de agua del paisaje existente mediante la herramienta de presupuesto de agua EPA WaterSense.			
		Instalar un medidor de riego.			
	Opción 3. Medidor de riego instalado.	Determinar una línea base utilizando la media anual de al menos tres años de datos consecutivos de los cinco años anteriores.			
Comprobar una reducción del consumo durante doce meses a partir del valor de línea base determinado.					
Reducción del consumo de agua interno	Opción 1. Consumo de agua calculado.	Disponer de instalaciones cuyo consumo de agua sea inferior a la línea de base calculada previamente.			
	Opción 2. Medición del consumo de agua.	Medir y registrar consumo de instalaciones y accesorios durante un año para el establecimiento de la línea base.			
		Demostrar una reducción porcentual respecto a la línea base anual de los datos registrados.			
Consumo de agua de torre de enfriamiento	Reutilización del agua requerida por las torres de enfriamiento como agua de reposición.	Realizar un análisis de agua potable durante cinco años (posterior a la aplicación para certificación) que mida al menos los cinco parámetros establecidos por LEED (Ca- como CaCO ₃ -, alcalinidad total, SiO ₂ , Cl- y conductividad).			
Medición del consumo de agua	Establecimiento medidores permanentes.	Contar medidores para distintos subsistemas de agua (riego, instalaciones y accesorios internos, torres de enfriamiento, agua caliente doméstica, agua recuperada, otras aguas de procesos).			

Cuadro 5.34. Lista de verificación para el área de Energía y atmósfera (EA).

Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
			Sí	No	Obligatorio
Mejores prácticas para la gestión de eficiencia energética	Ejecución de una auditoría energética.	La auditoría debe realizarse bajo los requisitos de análisis preliminar de consumo energético de ASHRAE y ASHRAE Nivel 1			
		Elaborar y mantener un plan de requisitos, operaciones y mantenimiento de instalaciones actuales que permita operar el edificio eficientemente. El plan debe incluir toda la información indicada en la guía de referencia LEED v4.			
Eficiencia energética mínima	Caso en que proyectos no pueden optar por la clasificación ENERGY STAR.				
	Opción 1. Comparación con edificios típicos	Vía 1. Demostrar un desempeño energético un 25% más eficiente que el correspondiente a edificaciones similares mediante la comparación con datos nacionales de energía primaria (herramienta Portfolio Manager).			
		Vía 2. Datos de promedios nacionales no disponibles. Realizar una comparación con datos energéticos de al menos tres edificios similares (clima, uso del edificio y ocupación) y demostrar un 25% de mejora.			
Opción 2. Comparación con datos históricos.	Comparar y demostrar un 25% de mejora de los datos de energía de los últimos doce meses respecto a los datos de tres años previos continuos (no deben tener más de cinco años de antigüedad).				
Medición de consumo de energía por edificio	Sistemas de medición de energía.	Disponer de medidores de energía a nivel propio del edificio.			
		Mantener registros mensuales y anuales de consumo de energía y demanda eléctrica; adicionalmente, compartirlos con el USGBC.			
Gestión básica de refrigerantes	Eliminación el uso de sustancias dañinas para la capa de ozono.	No hacer uso de refrigerantes que contengan compuestos clorofluorocarbonados			
Comisionamiento del edificio – Análisis	Opción 1. Comisionamiento del edificio existente.	Desarrollar un plan de retrocomisionamiento que incluya todo lo indicado en la guía de referencia LEED v4.			
	Opción 2. Auditoría energética.	Desarrollar un plan de auditoría energética basándose en los requisitos de ASHRAE Nivel 2, Encuesta y análisis de energía.			
Comisionamiento del edificio – Implementación	Implementación del plan de retrocomisionamiento.	Poner en práctica lo establecido en el plan anterior y cumplir con los requisitos de la sección previa.			
Comisionamiento continuo	Establecimiento de un proceso de comisionamiento continuo.	Cumplir con los requisitos de las dos secciones previas.			
		Desarrollar un plan de comisionamiento continuo.			
Optimización del desempeño energético	Comprobación de mejora eficiencia energética por encima del mínimo requerido.	Para cualquiera de los casos del prerrequisito de eficiencia energética mínima, demostrar que se superaron los valores mínimos de mejora establecidos.			

Continuación Cuadro 5.34.

Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
			Sí	No	Obligatorio
Medición avanzada de energía	Instalación de medidores de energía avanzados.	Implementar sistemas de medición avanzados para todas las fuentes de energía y principales usos finales.			
		Programar en el sistema una alarma que indique cuando el consumo y/o la demanda energética máxima supere(n) los valores anticipados en un 5%.			
		Reportar y comparar mensualmente los valores de demanda máxima de las instalaciones y consumo total.			
Respuesta a la demanda	Caso 1. Programa de respuesta a la demanda disponible.	Participar en un programa existente de respuesta a la demanda.			
		Contar con un sistema automatizado de respuesta a la demanda.			
		Incluir todo proceso de respuesta a la demanda dentro del plan de mantenimiento y operaciones del edificio.			
	Caso 2. Programa de respuesta a la demanda no disponible.	Contar con infraestructura apta para futuros programas de respuesta a la demanda o programas dinámicos.			
		Desarrollar un plan general para eliminar, al menos, el 10% de la demanda máxima anual.			
		Incluir procesos de respuesta a la demanda dentro del plan de mantenimiento y operaciones del edificio.			
	Caso 3. Desplazamiento permanente de cargas.	Establecer relaciones con representantes de empresas de suministro locales para futuros programas.			
		Mantener en funcionamiento sistemas que permitan la transferencia de demanda eléctrica de horas pico a horas de menor demanda.			
		Demostrar que se logra reducir en un 10% la demanda máxima.			
Energías renovables y compensaciones de carbono	Abastecimiento total o parcial con fuentes de energía renovables.	Incluir medidas de desplazamiento de carga dentro del plan de mantenimiento y operaciones del edificio.			
		Evidenciar que el consumo total del edificio, o una porción parcial, se cubre directamente a partir de sistemas de energía renovable.			
Gestión avanzada de refrigerantes	Opción 1. Ausencia de refrigerantes o refrigerantes de bajo impacto.	Mostrar que se cuenta con contrato, de al menos dos años, de compra de energía verde, compensaciones de carbono o certificados de energía renovable.			
	Opción 2. Cálculo del impacto del refrigerante.	No hacer uso de refrigerantes o utilizar aquellos que posean un potencial de agotamiento de la capa de ozono nulo y un potencial de calentamiento menor a 50.			
		Seleccionar sustancias refrigerantes que minimicen o eliminen la emisión de compuestos que promueven el agotamiento de la capa de ozono y cambio climático.			

Cuadro 5.35. Lista de verificación para el área de Materiales y recursos (MR).

Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
			Sí	No	Obligatorio
Política de compras y desechos continuos	Reducción del impacto ambiental mediante política de compras y gestión de residuos.	Establecer e implementar una política de adquisición con criterios ambientales para compras continuas y compras de bienes duraderos, se deben incluir todos los productos que se encuentran bajo la gestión del edificio y del sitio en cuestión.			
		Definir sitios aptos para el almacenamiento de material reciclable y materiales peligrosos (baterías y lámparas de mercurio).			
		Establecer e implementar una política de gestión de residuos sólidos que abarque la reutilización, reciclaje y/o compostaje, debe incluirse, como mínimo, residuos continuos, residuos de bienes duraderos y residuos peligrosos.			
		Realizar una auditoría de generación de residuos, al menos cada cinco años o demostrar que el 75% de los residuos generados no son dispuestos en un relleno sanitarios			
Política de mantenimiento y renovación de instalaciones	Creación de una política de mantenimiento y renovaciones.	Incluir dentro de la política de mantenimiento y renovación de instalaciones directrices de actividades de mantenimiento que incluyan reparaciones generales y sustitución y actividades de renovación, incluyendo mejoras del edificio y habilitación de espacios arrendados.			
		La política de compras para productos y materiales adquiridos para mantenimiento y renovación debe incluir mobiliario y accesorios, al igual que los componentes necesarios para mantenerlos. (Los criterios ambientales se detallan en la guía de referencia, Crédito MR - Compras - Mantenimiento y renovación de instalaciones.)			
		Abarcar la gestión de residuos de actividades de mantenimiento, incluyendo su correcto almacenamiento, reciclaje y desvío o disposición final.			
		Describir el procedimiento de gestión de residuos para actividades de renovación.			
		Desarrollar una política de calidad del aire interior durante actividades de mantenimiento y renovación.			
Compras - Continuas	Aplicación de criterios ambientales para la adquisición de productos y materiales.	Adquirir, al menos, un 60% del costo total, productos de consumo diarios que cumplan, como mínimo, con uno de los criterios establecidos en la guía de evaluación LEED v4.			
		Adquirir, como mínimo, el 40% del total del equipo eléctrico, según costo, bajo al menos uno de los criterios de sostenibilidad establecidos por LEED en la guía de referencia v4.			
Compras - Lámparas	Aplicación de criterios ambientales para la adquisición luminarias .	Implementar un plan de compras de luminarias, exteriores e interiores, que establezca un promedio máximo de 70 picogramos de mercurio por lumen-hora.			

Continuación Cuadro 5.35.

Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
			Sí	No	Obligatorio
Compras - Mantenimiento y renovación de instalaciones	Opción 1. Productos y materiales.	Adquirir al menos un 50%, de acuerdo al costo, del total de materiales para mantenimiento y renovación que cumplan, como mínimo, con uno de los criterios ambientales señalados en la guía de referencia LEED v4.			
	Opción 2. Mobiliario.	Adquirir un mínimo de un 75%, según costo, del total de mobiliario y accesorios que cumpla con al menos uno de los criterios ambientales señalados en la guía de referencia LEED v4.			
	Opción 3. Ausencia de alteraciones o compra de mobiliario.	No se debe realizar ninguna alteración al espacio ni se debe adquirir ningún nuevo mobiliario durante el período de desempeño.			
Gestión de residuos sólidos – Continuos	Programa de gestión integral de residuos.	Reducir, reciclar o compostar, al menos, el 50% (peso o volumen) de los residuos de generación continua.			
		Reducir, reciclar o compostar, al menos, el 75% (peso, volumen o valor de sustitución) de los residuos de bienes duraderos.			
		Disponer adecuadamente baterías desechadas y lámparas con contenido de mercurio.			
Gestión de residuos sólidos - Mantenimiento y renovación de instalaciones	Programa de gestión integral de residuos.	Evitar la disposición final en rellenos sanitarios o plantas incineradoras de, al menos, el 70% (peso o volumen) de los residuos generados por actividades de mantenimiento y/o renovación de instalaciones.			

Cuadro 5.36. Lista de verificación para el área de Calidad ambiental interna (EQ).

Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
			Sí	No	Obligatorio
Desempeño mínimo de la calidad del aire interior	Espacios ventilados mecánicamente. Caso 1. Sistemas capaces de cumplir tasas de flujo de aire requeridas.				
	Opción 1. ASHRAE STANDARD 62.1-2010.	Cumplir con las tasas de corriente de aire exterior establecidas en el procedimiento de ventilación de ASHRAE y requisitos de las secciones 4 a la 7 de la norma ASHRAE 62.1-2010.			
	Opción 2. Normas CEN EN 15251-2007 y EN 13779-2007.	Cumplir con los parámetros del ambiente interior del Anexo B de la norma CEN EN 15251-2007.			
		Cumplir con los requisitos de la norma CEN EN 13779-2007 para ventilación de edificios no residenciales.			
	Espacios con ventilación natural.				
	Norma ASHRAE 62.1- 2010.	Verificar el cumplimiento de valores de apertura mínima par aire exterior y requisitos de configuración del espacio.			
		Asegurar que la ventilación natural es efectiva mediante el diagrama de ventilación natural para edificios no domésticos de la CIBSE.			
Control del humo ambiental del tabaco	Minimización de la exposición al humo del tabaco.	Prohibir fumar dentro del edificio y a una distancia mínima en el exterior de 7,5 metros del edificio.			
		Colocar señalización de prohibición a menos de 3 metros de todas las entradas del edificio.			
Política de Limpieza Ecológica	Opción 1. Política de limpieza verde.	Contar con una política de limpieza verde para el edificio y el sitio en general que incluya procedimientos, materiales, servicios y organización de la limpieza.			
		Dar seguimiento a la aplicación de la política establecida.			
	Opción 2. Servicio certificado de limpieza.	El proveedor de servicios de limpieza debe contar con una de las tres certificaciones que establece LEED.			
		Desarrollar e implementar objetivos y estrategias que fomenten la conservación de energía, agua y productos químicos.			
Programa de gestión de la calidad del aire interior	Prevención y corrección de problemas en la calidad del aire interior.	Desarrollar e implementar un programa de gestión de la calidad del aire interno basado en el modelo I-BEAM de la EPA.			
		El programa debe formar parte del plan de operaciones y mantenimiento del proyecto.			

Continuación cuadro 5.36.

Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
			Sí	No	Obligatorio
Estrategias avanzadas de calidad del aire interior	Opción 1. Sistemas de control de contaminantes para el ingreso.	Tener implementados sistemas de control de contaminantes permanentemente instalados al ingreso del edificio, con un largo mínimo de 3 metros.			
	Opción 2. Estrategias adicionales de calidad del aire interior.	Cumplir con los requisitos establecidos para al menos una de las siguientes opciones: filtración en sistemas de ventilación mecánica, monitoreo de dióxido de carbono, monitoreo del aire exterior en espacios con ventilación mecánica, monitoreo del aire exterior en espacios ventilados naturalmente y/o aperturas con alarmas en espacios con ventilación natural.			
Confort térmico	Opción 1. ASHRAE 55-2010	Poseer un sistema de monitoreo permanente que garantice el desempeño continuo del edificio, siguiendo los criterios de confort de la norma ASHRAE 55-2010, secciones 5.2 o 5.3.			
	Opción 2. Normas ISO y CEN	Poseer un sistema de monitoreo permanente que garantice el desempeño continuo del edificio, siguiendo los criterios de confort de la norma ISO 7730:2005, Ergonomía del ambiente térmico.			
		Poseer un sistema de monitoreo permanente que garantice el desempeño continuo del edificio, siguiendo los criterios de confort de la norma CEN Standard EN 15251:2007, Parámetros del ambiente interior para el diseño y evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido, Sección A2.			
Iluminación interior	Opción 1. Controles de iluminación.	Colocar controles de iluminación, que permitan como mínimo tres posibilidades, en al menos el 50% de los espacios de ocupación individual.			
		En espacios compartidos por varios ocupantes, contar con sistemas de control multizona que permita el ajuste a necesidades y preferencias mediante tres o más opciones.			
		En espacios compartidos por varios ocupantes, la iluminación para presentaciones o proyecciones debe ser controlada independientemente.			
		En espacios compartidos por varios ocupantes, los interruptores manuales deben estar ubicados en el mismo espacios que las luminarias.			
	Opción 2. Calidad de la iluminación.	Cumplir con cuatro de las ocho estrategias establecidas en la guía de referencia LEED v4.			

Continuación cuadro 5.36.

Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
			Sí	No	Obligatorio
Iluminación natural y vistas de calidad	Opción 1. Medición de la iluminación natural.	Obtener niveles de iluminación entre 300 y 3000 lux, como mínimo, en el 50% de las superficies ocupadas con regularidad.			
	Opción 2. Vistas de calidad.	Permitir una línea de visión directa al exterior mediante ventanas en el 50% de las superficies regularmente ocupadas.			
		La vistas deben cumplir con las especificaciones establecidas en la guía de referencia LEED v4.			
Limpieza ecológica – Evaluación de efectividad de la limpieza	Procedimientos eficaces de limpieza.	Implementar las estrategias comprendidas en la política de limpieza ecológica.			
		Realizar inspecciones y controles rutinarios.			
		Llevar a cabo una auditoría anual según las directrices APPA Leadership in Educational Facilities' Custodial Staffing Guidelines.			
Limpieza ecológica – Productos y materiales	Criterios ambientales para adquisición de productos de limpieza y productos de papel desechables.	Comprar productos y materiales de limpieza verde, incluyendo los utilizados por el personal interno o por proveedores de servicios subcontratados.			
		Adquirir al menos un 75%, según costo anual de compras, de los productos y materiales de limpieza que se apeguen a uno o más criterios indicados en la guía de referencia LEED v4.			
Limpieza ecológica – Equipo	Reducción de contaminantes químicos, biológicos y particulados de los equipos mecánicos.	Crear un inventario del equipamiento interior y exterior existente.			
		Cumplir con los criterios señalados en la guía de referencia LEED v4 en al menos el 40% de todo el equipamiento de limpieza.			
		Desarrollar un plan de eliminación y sustitución gradual.			
Manejo integrado de plagas	Control del uso de pesticidas y reducción a su exposición.	Poseer un plan de manejo integrado de plagas que incluya cada uno de los elementos detallados en la guía de referencia LEED v4.			
		Implementar y evaluar las estrategias incluidas en el plan.			
		Registrar toda aplicación de pesticidas, participación y decisiones tomadas por el equipo de manejo integrado de plagas.			
		Si el servicio de manejo de plagas se da por una entidad externa, demostrar que cuenta con un certificado GreenPro, EcoWise, GreenShield o equivalente.			
Confort de los ocupantes	Evaluación del confort de los ocupantes de la edificación.	Aplicar una encuesta al menos el 30% del total de los ocupantes sobre los niveles de confort, las respuestas deben ser anónimas.			
		Desarrollar e implementar un plan de acciones correctivas para solucionar problemas de confort cuando más del 20% de los ocupantes manifiesta insatisfacción.			

Cuadro 5.37. Lista de verificación para las áreas de Innovación (IN) y Prioridad regional (RP).

Área de evaluación	Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
				Sí	No	Obligatorio
Innovación (IN)	Innovación	Opción 1. Innovación.	Alcanzar un desempeño ambiental relevante y medible aplicando una estrategia no comprendida en el sistema de clasificación LEED.			
			Identificar y establecer objetivo del crédito, requisitos y enfoque o estrategias para el cumplimiento.			
		Opción 2. Piloto.	Cumplir con un crédito piloto de la Biblioteca de créditos piloto LEED.			
		Opción 3. Estrategias adicionales.	Cumplir con una o ambas de las opciones anteriores y/o lograr un desempeño ejemplar en uno de los prerrequisitos o créditos de LEED v4.			
	Profesional acreditado LEED	LEED AP.	Contar con la participación de al menos un profesional LEED acreditado en el equipo del proyecto.			
Prioridad regional (RP)	Prioridad regional	Créditos prioritarios.	Obtener hasta cuatro de los seis créditos de prioridad regional establecidos por LEED v4.			

6 CONCLUSIONES

- Los esfuerzos ambientales realizados hasta el momento por parte de la institución, mediante la Unidad Institucional de Gestión Ambiental y Seguridad Laboral facilitan el cumplimiento de algunos de los lineamientos LEED.
- Debido al alto costo económico algunas de las estrategias propuestas se consideran no prioritarias para la implementación en un período cercano.
- La participación de un profesional LEED AP es un aspecto clave para un asegurar la interpretación y cumplimiento de los requisitos establecidos en la guía LEED. Su aporte, en conjunto con un equipo interdisciplinario que conozca sobre las operaciones y mantenimiento del edificio facilitarán el proceso.
- Una vez que el edificio cuente con un año de operación y se hayan implementado las medidas propuestas, será posible optar por la certificación.
- Mediante la implementación de las medidas planteadas, se puede llegar a alcanzar una certificación LEED oro.
- Para efectos de certificación, la lista de verificación es aplicable para aquellos edificios que se incluyan dentro de la categoría de Operación y Mantenimiento, específicamente Edificios Existentes, del sistema LEED en su última versión (v4).

7 RECOMENDACIONES

- El WE Prerrequisito 1 y EA Prerrequisito 2 deben ser analizados nuevamente al encontrarse el edificio ocupado en su máxima capacidad y se debe verificar el cumplimiento de ahorro mínimo solicitado. Para ambos prerrequisitos es necesario contar con un registro de datos histórico de consumos de al menos un año al momento de aplicar para ser certificado.
- Las encuestas de transporte alternativo y nivel de satisfacción de los ocupantes regulares deben ser aplicadas una vez que se alcance la ocupación máxima.
- La instalación del medidor de agua en la línea principal de abastecimiento del edificio y el registro de datos de consumo debe realizarse con la mayor brevedad posible.
- En las categorías de Energía y Atmósfera, Calidad de Ambiente Interna e Innovación se recomienda el desarrollo de una simulación energética para verificar el desempeño del edificio.
- El mantenimiento de los árboles que vayan a ser sembrados debe darse por parte de personal adecuadamente capacitado, de manera que se establezcan todas las condiciones para asegurar su crecimiento.
- Fortalecer entre los residentes del edificio las prácticas de clasificación de residuos sólidos en la fuente y establecer recolección de residuos peligrosos (principalmente baterías), electrónicos y eléctricos de manera mensual.
- Se aconseja realizar una priorización de las estrategias que no requieran inversión económica por parte de la Unidad Institucional de Gestión Ambiental y Seguridad Laboral (GASEL) y la administración del edificio.
- Se recomienda que en la toma de decisiones, antes y durante el proceso de implementación, tomen parte la GASEL, la administración de residencias estudiantiles, la Unidad de Mantenimiento e Ingeniería.
- Se insta a considerar la capacitación del personal actual del Departamento de Ingeniería o GASEL para no incurrir en la contratación externa de un profesional LEED AP.

- Se recomienda establecer programas de capacitación para el personal pertinente en temáticas relacionadas con la construcción sostenible, arquitectura bioclimática y desempeño energético.
- Se exhorta a valorar la adquisición de electrodomésticos con sellos Energy Star, o equivalente, cuando los equipos actuales lleguen a su etapa final de uso o deban ser reemplazados.
- Se insta a considerar la sustitución de las luminarias fluorescentes actuales por tecnología LED o similar cuando las actuales cumplan su su vida útil.
- Mantener comunicación con empresas subcontratadas, informar y velar por cumplimiento de requerimientos ambientales; por ejemplo: prestación de servicios de limpieza, mantenimiento de equipos y poda de áreas verdes.
- Considerar el ajuste de sitios con adecuada ventilación que permita el secado de ropa naturalmente con el fin de evitar el uso de las secadoras eléctricas.
- Impulsar el desarrollo de proyectos de estudiantes de último año de las carreras de ingeniería eléctrica, ambiental y/o construcción que puedan beneficiar el desempeño ambiental de la edificación en las distintas áreas.
- De manera general, se recomienda que en futuros proyectos constructivos, el diseño se realice buscando la sostenibilidad ambiental, lo cual puede realizarse considerando lineamientos LEED o de cualquier otro sistema de evaluación de edificaciones sostenibles; de esta manera se lograría un mejor desempeño ambiental y el proceso de certificación, en caso de ser deseado, sería facilitado.
- Se recomienda que la aplicación de la lista de verificación se lleve a cabo simultáneamente con el uso de la guía de referencia LEED O+M v4.

8 REFERENCIAS

Abarca, L. & Leandro, A. (2016). Situación actual de la gestión de los materiales de construcción en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 29(4).

Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles: Conceptos, Problemas y Estrategias. *DEARQ - Revista de Arquitectura/Journal of Architecture*, 14-23. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=341630313002>

Ali, H., & Al Nsairat, S. (2008). Developing a green building assessment tool for developing countries - Case of Jordan. *Building and Environment*, 44, 1053-1064. ELSEVIER. doi:10.1016/j.buildenv.2008.07.015

Architecture 2030. (2017). The 2030 Challenge. Recuperado de: http://architecture2030.org/2030_challenges/2030-challenge/

AHSRAE. (2010). ASHRAE Standard 62.1-2010. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

Azhar, S., Carlton, W., Olsen, D., & Ahmad, I. (2011). Building information modeling for sustainable design and LEED[®] rating analysis. *Automation in Construction* 20, 217–224. doi:10.1016/j.autcon.2010.09.019

Benavides, D. (2013). Plan de Gestión Ambiental, Proyecto: Residencias Estudiantiles. Geocad. Cartago, Costa Rica.

Berardi, U. (2011). Sustainability Assessment in the Construction Sector: Rating Systems and Rated Buildings. *Sustainable Development*, 20(6), 411–424. <http://doi.org/10.1002/sd.532>

BREEAM. (2017). Building Research Establishment©. Recuperado de Building Research Establishment: <http://www.breeam.com>

Calderón, C. (2017). Evaluación de la gestión de residuos sólidos ordinarios en la sede central de Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

CASBEE. (2017). ©Japan Sustainable Building Consortium & Institute for Building Environment and Energy Conservation. Recuperado de: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/certificationE.htm>

Castro, C. (2012). Estrategia para certificar en operaciones y mantenimiento el edificio de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Costa Rica mediante el sistema de evaluación LEED-EB: O&M. San José, Costa Rica.

Castro, D., Sefair, J., Flórez, L., & Medaglia, A. (2009). Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia. *Building and*

Environment, 44(6), 1162–1170. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.08.009>

Chalmers, P. (Junio, 2014). Climate Change: Implication for Buildingd. Key Findings from the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report. Recuperado de: www.cisl.cam.ac.uk/ipcc

CFIA. (2017). Guía Técnica para la eficiencia en el uso del agua y energía de las nuevas edificaciones en Costa Rica. CFIA. San José, Costa Rica.

CFIA. (4 Abril, 2017). Registro de metros cuadrados crece un 13% en 2016. Construcción. Perspectivas 2017. *Revista CFIA*, 268, 14-19. Recuperado de: <http://comunicacion.cfia.or.cr/Drupal/content/revista-cfia-268>

CIBSE. (2005). Natural Ventilation in Non-Domestic Buildings - CIBSE Applications Manual AM10. CIBSE. Recuperado de: <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpNVNDBCIA/natural-ventilation-in/natural-ventilation-in>

DGNB[®]. (2017). Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e.V. Recuperado de: <http://www.dgnb.de/en/>

Environmental Protection Agency (EPA). (2008). IAQ Building Education and Assessment Model. <http://www2.epa.gov/mold/mold-resources-schools-and-commercial-buildings>

Environmental Protection Agency EPA. (2017a). Indoor Air Quality Building Education and Assessment Model Forms. Recuperado de: <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/indoor-air-quality-building-education-and-assessment-model-forms>

Environmental Protection Agency EPA. (2017b.) Pest Control: Resources for Housing Managers. Recuperado de: <https://www.epa.gov/safepestcontrol/pest-control-resources-housing-managers>

Gamboa, J. (2017). Metodología para la inclusión de criterios ambientales en las compras públicas: Caso de estudio Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

Global Alliance for Buildings and Construction (GABC). (2016). Towards zero-emission efficient and resilient buildings. Global Status Report 2016. Recuperado de: <https://www.globalabc.org/uploads/media/default/0001/01/a1a6fe22cf253ae976511e7a5ed7dba27c658878.pdf>

Gómez, J., Castán, R., Montero, J., Meneses, J & García, J. (2015). Aplicación de tecnologías de medición avanzada (AMI) como instrumento para reducción de pérdidas. *Boletín IIE – Octubre- Diciembre*. Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias de México.

Green Building Council Australia. (2015). Green Building Council of Australia[®]. Recuperado de: <http://new.gbca.org.au>

INTECO. (2017). Construcción. RESET. Requisitos para Edificaciones Sostenibles en el

Trópico.

Kibert, C. (2016). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. 4th Ed. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey.

Komurlu, R., Arditi, D., & Pelin, A. (2014). Applicability of LEED's energy and atmosphere category in three developing countries. *Energy & Buildings*, 84, 690–697. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.095>

Portela, J., Viguera, J., Pastor, A., Huerta, M & Otero, M. (2010). La Certificación LEED, cómo cumplir con un conjunto de normas para la sostenibilidad en el proyecto de ingeniería. *Anales de ingeniería mecánica*, 18, 1-8.

Ribero, O., Garzón, D., Alvarado, Y., & Gasch, I. (2015). Beneficios económicos de la certificación LEED. Edificio Centro Ático: caso de estudio. *Revista Ingeniería de Construcción*, 31(2), 139-146.

Robichaud, L & Anantatmula, V. (2011). Greening Project Management Practices for Sustainable Construction. *Journal of Management in Engineering*, 27(1), 48-57. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000030](http://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000030)

Suzer, O. (2015). A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems. *Journal of Environmental Management*, 154, 266– 283. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.029>

UICN. (2011). *Guía de Manejo de Escombros y Otros Residuos de la Construcción*. San José, Costa Rica. Recuperado de: https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/guia_de_manejo_de_escombros.pdf

UICN. (2015). *Base de datos. Especies para la restauración*. Recuperado de: <http://www.especiesrestauracion-uicn.org/especies.php>

Umaña, J. (5 de Junio, 2017). El TEC recibe Reconocimiento a la Excelencia Ambiental en el Día Mundial del Ambiente. Hoy en el TEC. Recuperado de: <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2017/06/05/tec-recibe-reconocimiento-excelencia-ambiental-dia-mundial-ambiente>

Unidad Institucional de Gestión Ambiental y Seguridad Ambiental (GASEL). (2017). Especificaciones técnicas ambientales (ETAs) para proyectos de construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

USGBC. (2013). Reference guide for building operation and maintenance.

USGBC. (2014). LEED v4 User Guide. Recuperado de: <http://go.usgbc.org/LEED-v4-User-Guide.html>

USGBC. (2017a). About LEED. Recuperado de: <https://www.usgbc.org/leed>.

USGBC. (2017b). Directory of projects. Recuperado de: <https://www.usgbc.org/projects?keys=Costa+Rica>.

USGBC. (2017c). LEED v4. Recuperado de: <https://www.usgbc.org/leed-v4>.

USGBC. (2017d). LEED v4 for Building Operations and Maintenance. Recuperado de: <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-operations-and-maintenance-current-version>

USGBC. (2017e). Regional priority credits for LEED O+M: EB V4. Recuperado de: <https://www.usgbc.org/rpc/LEED%20v4%20O+M:%20EB/v4/2079?lat=9.748916999999999&lng=-83.75342799999999>

USGBC. (2017f). Pilot credits. Recuperado de: <https://www.usgbc.org/pilotcredits/Existing-Buildings/v4>

Willmott Dixon. (2010). The Impacts of Construction and the Built Environment. Briefing note, 33. Recuperado de: [https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=Willmott+Dixon.+\(2010\).+The+Impacts+of+Construction+and+the+Build+Environment.+Briefing+note,+33&ie=UTF-8&oe=UTF-8#](https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=Willmott+Dixon.+(2010).+The+Impacts+of+Construction+and+the+Build+Environment.+Briefing+note,+33&ie=UTF-8&oe=UTF-8#)

APÉNDICES

APÉNDICE 1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA LEED V4 EB: O+M Y METODOLOGÍA UTILIZADA PARA SU EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO

Ubicación y transporte – LT

LT Crédito 1. Transporte alternativo

Para el cumplimiento de este crédito la norma ofrece tres opciones. Se seleccionó la opción número 2, la cual remite al cumplimiento de la opción 1.

Opción 1. Encuesta sobre transporte (1 punto): Realizar una encuesta que permita conocer los patrones de transporte de los ocupantes del edificio.

Opción 2. Tasa de transporte alternativo (3-15 puntos): Cumplir con los requerimientos de la opción 1. Demostrar una tasa de transporte alternativo de acuerdo con los resultados obtenidos de la encuesta.

La encuesta aplicada consistió en conocer el medio de transporte utilizado desde y hacia el edificio durante los días laborales o días que asisten al campus universitario. Además, a los estudiantes residentes se les solicitó indicar la frecuencia con que se suelen trasladar a su lugar de origen, así como el transporte utilizado para tal fin.

Para la determinación de la tasa de transporte alternativo, se calculó, en primera instancia, el total de viajes realizados diariamente tanto por los funcionarios como por los estudiantes, utilizando la ecuación 1. Se tomó en cuenta que el personal administrativo labora de lunes a viernes, el personal de limpieza de lunes a sábado y en el caso de los estudiantes residentes se les pidió considerar los viajes que realizan de lunes a domingo, así como los traslados a su lugar de origen durante el semestre.

$$\text{Total de viajes} = \text{respuestas} \times \frac{\text{días}}{\text{semana}} \times \frac{\text{viajes}}{\text{día}} - \text{ausencias} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Posteriormente, se determinó una tasa preliminar de viajes alternativos, mediante la ecuación 2. Se definió como viaje alternativo aquel realizado por medio de tracción humana (como el

traslado caminando, uso de bicicletas, patines o patinetas), mediante transporte público, vehículos ecológicos o el transporte compartiendo un vehículo.

$$\text{Tasa preliminar de transporte alternativo} = \frac{\text{Viajes transporte alternativo}}{\text{Total de viajes}} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

La norma permite establecer un factor de extrapolación en caso de que no todos los ocupantes regulares del edificio respondan a la encuesta. Este factor se seleccionó a partir de la tasa de respuesta, para el posterior cálculo de la tasa de viajes alternativos. La tasa de respuesta se determina utilizando la ecuación 2.

$$\text{Total de respuesta} = \frac{\text{Total de respuestas}}{\text{Total de ocupantes regulares}} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Cuadro A.1.1. Factor de extrapolación según tasa de respuesta. (Fuente: USGBC, 2013).

Tasa de respuesta a la encuesta (%)	Factor de extrapolación
60-100	1,00
50-59	0,80
40-49	0,60
30-39	0,40
<30	0,00

Considerando que se obtuvo una tasa de respuesta del 83%, se utilizó un factor de 1,00 para el cálculo del número total de viajes alternativos, utilizando la ecuación 4:

$$\text{Total de viajes alternativos} = \text{viajes alternativos} + \left(\text{No respondedores} \times \frac{\text{días}}{\text{semana}} \times \frac{\text{viajes}}{\text{día}} \times \text{Factor extrapolación} \times \text{tasa de transporte alternativo} \right) \quad \text{(Ecuación 4)}$$

4)

Finalmente, el porcentaje total de viajes alternativos realizados por los ocupantes regulares del edificio se determinó por medio de la ecuación 5:

$$\text{Tasa de desplazamiento alternativo} = \frac{\text{Total de viajes alternativos}}{\left(\# \text{de ocupantes} \times \frac{\text{días}}{\text{semana}} \times \frac{\text{viajes}}{\text{día}} \right)} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Sitios Sustentables (SS)

SS Prerrequisitos 1: Política de gestión del sitio

Se debe contar con una política de gestión del sitio donde se establezcan prácticas para reducir el uso de sustancias tóxicas, el consumo energético, la generación de aguas residuales, contaminación atmosférica y generación de residuos sólidos, para cada uno de los siguientes elementos operativos del edificio:

- Uso de equipo de mantenimiento bajo en generación de emisiones.
- Remoción de hielo y nieve.
- Limpieza exterior del edificio, pavimento y otras superficies impermeables.
- Control de erosión y sedimentación.
- Manejo de residuos orgánicos.
- Manejo de vegetación exótica e invasiva.
- Uso de fertilizantes.
- Gestión de riego.
- Almacenamiento de materiales y equipo.

SS Crédito 1. Desarrollo del sitio – Protección o restauración del hábitat

La norma presenta dos opciones, se seleccionó la primera de estas para la obtención del puntaje, la cual se basa en la restauración del sitio. Con el cumplimiento de esta opción, dos puntos pueden ser obtenidos. En ella se señala que se debe poseer vegetación nativa, o adaptada, que represente el 20% del área total del sitio (incluyendo la huella del edificio), como mínimo un área de 465 m², con el fin de proveer un hábitat y promocionar la biodiversidad.

SS Crédito 2. Manejo de aguas pluviales

Para el cumplimiento de este crédito y la obtención de tres puntos, el proyecto debe contar con sistemas de bajo impacto para capturar y tratar agua pluvial proveniente del 25% de las superficies impermeables para el caso de tormenta del percentil 95.

Para confirmar el cumplimiento, partiendo del registro de datos, se determinó el valor de tormenta correspondiente al percentil 95. Seguidamente, se determinó el volumen de escorrentía propio al 25% del área (ecuación 5) , para finalmente conocer la magnitud del área permeable necesaria.

$$\text{Vol. escorrentía (m}^3\text{)} = 0,25 \times (\text{Área imperm.}) \times \text{tormenta percentil 95} \quad \text{(Ecuación 5)}$$

SS Crédito 3. Reducción del efecto isla de calor

Para abordar el presente crédito se cuenta con 4 opciones distintas para la obtención de un máximo de dos puntos, se seleccionó la opción que permite alcanzar todos los puntos. Para esto se debe cumplir lo siguiente:

$$\frac{\text{Área sin techar}}{0,5} + \frac{\text{Área techada de alta reflectancia}}{0,5} + \frac{\text{Área techada con vegetación}}{0,5} \geq \text{Área pavimentada} + \text{Área total techada} \quad \text{(Ecuación 6)}$$

Conjuntamente, se debe realizar una combinación de las siguientes estrategias:

Áreas no techadas: se debe seguir alguna combinación de las medidas detalladas a continuación, para al menos el 50% de las áreas pavimentada:

- Utilizar especies vegetales existentes o plantar especies que provean sombra a las áreas pavimentadas en el sitio en un período de 10 años tras la plantación. Las plantas deben encontrarse en el sitio al momento de aplicar para la certificación.

- Instalar jardineras con vegetación. Las plantas deben encontrarse en el sitio al momento de aplicar para la certificación.
- Proporcionar sombra mediante estructuras cubiertas por sistemas de generación de energía.
- Proporcionar sombra mediante estructuras o dispositivos arquitectónicos que posean una reflectancia solar de al menos 0,28 a tres años de edad. Si no se tiene la información, se debe utilizar materiales con un SR inicial de al menos 0,33 al momento de la instalación.
- Proveer sombra por medio de estructuras con vegetación.
- Utilizar materiales de pavimentación con un coeficiente de SR de 0,28 a los tres años de edad. Si no se tiene la información, se debe utilizar materiales con un SR inicial de al menos 0,33 al momento de la instalación.
- Utilizar sistema de pavimentación de rejilla abierta.

Área techada de alta reflectancia: se debe utilizar materiales de techado con un índice de reflectancia solar (SRI, por sus siglas en inglés) igual o mayor a lo detallado en el Cuadro A.1.2.

Cuadro. A.1.2. Valor de índice de reflectancia solar mínima según pendiente del techo. Fuente: USGBC, 2013).

	Pendiente	SRI inicial	SRI 3 años
Techo baja pendiente	≤ 2:12	82	64
Techo alta pendiente	> 2:12	39	32

Techos con vegetación: instalar techos con vegetación.

Debido a que la ficha técnica elaborada por el fabricante no cuenta con el valor del SRI, éste se determinó según indica la norma ASTM E1980, la cuál es la recomendada por la guía de referencia. Para el cálculo se tomó en cuenta los valores de emisividad y reflectividad reportados por el fabricante, 0,06 y 0,94, respectivamente. La ecuación 7 se empleó para la determinación del SRI:

$$SRI = 123,97 - 141,35\chi + 9,665\chi^2 \quad \text{(Ecuación 7)}$$

sabiendo que,

$$\chi = \frac{(\alpha - 0,029\varepsilon)(8,797 + h_c)}{9,5205\varepsilon + h_c} \quad \text{(Ecuación 8)}$$

donde,

α = absorbancia solar = 1 – reflectancia solar

ε = emisividad térmica

h_c = coeficiente de convectividad ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$)

La determinación del SRI se realizó considerando tres valores de h_c , 5, 12 y 30 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, correspondientes a condiciones de vientos bajos, medios y altos. Cada uno de estos valores deben reportarse, sin embargo, se determinó un valor promedio para verificar el cumplimiento del crédito.

SS Crédito 4. Reducción de la contaminación lumínica

En este crédito es posible obtener únicamente 1 punto. Al optar por la primera opción se identificaron todas las luminarias externas dentro del límite del proyecto y se verificó, mediante la ficha técnica del fabricante que estas no emiten luz directamente en un ángulo vertical superior a los 90 grados respecto a la línea directa al suelo.

SS Crédito 5. Gestión del sitio

Para la obtención del punto que otorga este crédito, en primera instancia, se debe demostrar que se cumplen con los siguientes criterios:

- No utilizar el cloruro de calcio o cloruro de sodio para eliminar incrustaciones.
- Prevenir erosión y sedimentación, y restaurar suelos erosionados.
- Prevenir contaminación atmosférica durante procesos de construcción.
- Evitar que el 100% de los residuos vegetales se dispongan en rellenos sanitarios.
- Prevenir la aplicación excesiva de fertilizantes. No utilizar aquellos que tengan como base amoníaco, o de biosólidos (para aplicación continua), fertilizantes sintéticos de liberación rápida.

- Brindar monitoreo manual o automático a los sistemas de riego, al menos cada dos semanas, y corregir fallas.
- Almacenar materiales y equipos de forma que se evite la contaminación de aire y suelo.

Adicionalmente, se debe utilizar equipo manual o eléctrico para todas las labores de gestión del sitio.

SS Crédito 6. Plan de mejora del sitio

La elaboración del plan de mejora del sitio permite obtener un punto. Se debe incluir toda documentación de las condiciones actuales del sitio, los objetivos de mejoras establecidas, estándares de evaluación de desempeño y protocolos de monitoreo. Para la elaboración del plan es preciso incluir las siguientes temáticas:

- Hidrología: protección y mejoramiento de cuerpos de agua del sitio, manejo y oportunidades de aprovechamiento de agua pluvial, así como reducción del consumo de agua potable.
- Vegetación: documentación de toda vegetación presente en el sitio, reducción del área cubierta por césped, gestión de vegetación nativa y especies invasoras, protección de especies amenazadas.
- Suelo: documentación de estructura de suelo, preservación de suelos sanos, remediación de suelos compactados e identificación del área previamente perturbada.

Se debe demostrar que al menos el 5% del área del sitio se encuentra vegetada. Todas las medidas sin costo y de bajo costo deben ser implementadas. El plan debe actualizarse cada cinco años.

Uso eficiente del agua (WE)

WE Prerrequisito 1. Reducción del consumo de agua interno

La guía indica que se debe realizar un inventario de los todos los dispositivos con el fin de contabilizar el consumo interno total, el cual debe ser igual o menor a la línea base del LEED EB: O+M v4. Esta línea base se calcula utilizando los datos del Cuadro A.1.3 establecidos en el IPC.

Cuadro A.1.3. Requerimientos de accesorios según el IPC. (Fuente: USBGC, 2013).

Tipo de accesorio	Línea base	
	Unidades IP	Unidades SI
Inodoro	1,6 gpf	6 lpf
Urinal	1,0 gpf	3,8 lpf
Grifería lavatorio público	0,5 gpm a 60 psi	1,9 lpm a 415 kPa
Grifería lavatorio privado	2,2 gpm a 60 psi	8,3 lpm a 415 Kpa
Grifería de cocina	2,2 gpm a 60 psi	8,3 lpm a 415 Kpa
Ducha	2,5 gpm a 80 psi	9,5 lpm a 550 Kpa

Para el caso de un edificio con certificado de ocupación del año 1995 o posterior, la línea base es el 120% del uso del agua que se tendría si todos los aparatos cumplen con los códigos del Cuadro A.1.3. Además, se debe demostrar que todo electrodoméstico instalado dentro del edificio cumple con los requerimientos señalados en el Cuadro A.1.4. En caso de no ser mencionado en el siguiente cuadro, no aplica ningún requisito adicional.

Cuadro A.1.4. Estándares aplicables a electrodomésticos. (Fuente: USGBC, 2013).

Electrodoméstico	Requerimiento
Lavadora de ropa residencial	ENERGY STAR o equivalente
Lavadora de ropa comercial	CEE Tier 3D
Lavaplatos doméstico, estándar o compacto	ENERGY STAR o equivalente
Válvula de prelavado con aspersor	≤ 4,9 lpm
Máquina de hielo	ENERGY STAR o equivalente
Grifería de cocina	2,2 gpm a 60 psi
Duchas	2,5 gpm a 80 psi

Para determinar la línea base se utilizaron los datos de consumo unitarios, presentados anteriormente, y el comportamiento de uso diario establecido en la guía, estos valores se presentan en el cuadro A.1.5. Se consideró el uso de carácter residencial para cuantificar el consumo de los residentes del edificio. Para el caso del personal de limpieza y administrativo se aplicaron los valores no residenciales, considerando la cantidad de días laborales al año para cada uno.

Cuadro. A.1.5. Usos de accesorios de plomería establecidos para sector residencial y no residenciales. (Fuente: USGBC, 2013).

Accesorio	Uso no residencial		Uso residencial	
	Tiempo de uso (s)	Usos diarios	Tiempo de uso (s)	Usos diarios
Inodoro (mujer)	n/a	3	n/a	5
Inodoro (hombre)	n/a	1	n/a	5
Mingitorio	n/a	2	n/a	5
Lavabo público	30	3	-	-
Lavabo privado	-	-	60	5
Ducha	300	0,1	480	1
Fregadero	15	1	60	4

Se consideró que se cuenta dos tipos de inodoros instalados, se consideró el gasto por descarga según el tipo de usuario. El volumen promediado de consumo de los inodoros de doble descarga se determinó haciendo uso de la plantilla oficial del USGBC para estos casos, la cual toma en cuenta la relación de género de los ocupantes, en este caso, 20% población masculina y 80% femenina de los trabajadores. El Cuadro A.1.6 muestra el valor obtenido y factores asociados. Finalmente, para calcular el porcentaje de eficiencia dadas las condiciones actuales se utilizó la ecuación 9.

Cuadro A.1.6. Calculadora de consumo promediado de inodoros de doble descarga. (Fuente: USGBC, 2013).

Detalle	
Porcentaje hombres	20%
Porcentaje mujeres	80%
Orinales	Sí
Descarga menor	4,1
Descarga mayor	6
Descarga LEED	4,83

$$\% \text{ eficiencia} = \left(\frac{\text{Consumo de línea de base} - \text{Consumo desempeño}}{\text{Consumo línea de base}} \right) \times 100 \quad \text{(Ecuación 9)}$$

WE Prerrequisito 2. Medición de consumo de agua por edificio

Para el cumplimiento de este segundo prerrequisito se debe contar con medidores que permitan contabilizar y registrar el consumo total de agua dentro del edificio y terrenos

asociados. La medición de aguas grises o aguas tratadas se recomienda pero no es exigido para este cumplimiento. Además, se debe realizar un registro mensual del consumo, el cual debe ser compartido con el USGBC por un período de 5 años, duración de la certificación. Este compromiso debe registrarse por escrito.

WE Crédito 1. Reducción del consumo de agua exterior

Se debe demostrar que el área verde y especies en ella no requieren riego posterior a los dos primeros años tras su establecimiento.

WE Crédito 2. Reducción del consumo de agua interno

Para la obtención del puntaje de este crédito se optó por la primera opción, la cual se relaciona con el cumplimiento del WE prerequisite 1. Se solicita contar con dispositivos que representen un consumo de agua interno por debajo de la línea base calculada en el prerequisite de reducción del consumo de agua interno. Los puntos otorgados dependen del porcentaje de reducción logrado, tal como se indica en el Cuadro A.1.7.

Cuadro A.1.7. Puntaje otorgados según la reducción de consumo interno de agua. (Fuente: USGBC, 2013).

Porcentaje adicional de reducción	Puntos
10%	1
15%	2
20%	3
25%	4
30%	5

WE Crédito 4. Medición del consumo de agua

El presente crédito establece la necesaria instalación de medidores de consumo de agua para los subsistemas del sitio. Es posible obtener un punto al implementar medidores en dos subsistemas de consumo de agua, o dos puntos al hacerlo en dos o más subsistemas.

Energía y Atmósfera (EA)

EA Prerrequisito 1. Mejores prácticas para la gestión de eficiencia energética

El primero de los requerimientos establecidos para alcanzar el cumplimiento de este prerrequisito es la aplicación de una auditoría energética que incluya los lineamientos del análisis del uso de la energía preliminar ASHRAE y de la evaluación del nivel 1 de los Procedimientos para auditorías energéticas en edificios comerciales o equivalente, también de la ASHRAE.

En conjunto se debe preparar y mantener un plan actualizado de requerimientos, operaciones y mantenimiento de las instalaciones del edificio.

EA Prerrequisito 2. Desempeño energético mínimo

Con el fin de realizar una caracterización del comportamiento de consumo eléctrico del edificio, se seleccionó la opción que permite la comparación de datos históricos de edificaciones similares, o bien, con datos históricos del edificio. En ambos casos se debe demostrar un 25% de mejora tras la comparación.

EA Prerrequisito 3. Medición del consumo de energía por edificio

Se debe contar, como mínimo, con un medidor que permita la medición del consumo eléctrico total del edificio. Deben registrar los valores de consumo de manera mensual y anual y se deben compartir con el USGBC por un período de cinco años tras obtener la certificación.

EA Prerrequisito 4. Gestión básica de refrigerantes

La norma establece que no se debe utilizar refrigerantes clorofluorocarbonados en sistemas de calefacción, aire acondicionado, ventilación y sistemas de refrigeración (HVAC & R, por las siglas en inglés).

EA Crédito 1. Comisionamiento del edificio – Análisis

Se deben identificar los sistemas y componentes de las instalaciones con el fin de que estos sean analizados como parte del comisionamiento del edificio o auditoría energética a llevar a cabo.

EA Crédito 2. Comisionamiento del edificio – Implementación

El cumplimiento de este crédito se basa principalmente en la ejecución de las acciones establecidas dentro plan de comisionamiento señalado en el crédito anterior. Se debe considerar la implementación, primordialmente, de las medidas establecidas tras la auditoría energética que representan un bajo o costo o no representan ninguno. Para todos los sistemas de consumo o producción de energía se debe confirmar que el personal del edificio conoce sobre la operación y funcionamiento de estos. Además, se debe desarrollar un plan de seguimiento y monitoreo de la aplicación del plan de comisionamiento.

EA Crédito 3. Comisionamiento continuo

Este crédito se desarrolla en conjunto con los créditos EA 1 y 2, posibilita la obtención de tres puntos tras su cumplimiento. Se solicita el establecimiento de un proceso de comisionamiento continuo que detalle las acciones de planeamiento, puntos de monitoreo, pruebas del sistema, verificación de rendimiento, acciones correctivas, mediciones periódicas y documentación de lo anterior.

EA Crédito 4. Optimización del desempeño energético

El cumplimiento de este crédito se logra al demostrar una eficiencia energética superior al 25% solicitado en el prerrequisito 2 de esta sección. Es necesario proveer los datos de consumo registrados de al menos los 12 últimos meses. Se puede obtener un máximo de veinte puntos.

EA Crédito 5. Medición avanzada de la energía

Mediante la instalación de medidores en puntos estratégicos se logra obtener un total de dos puntos. Deben ser instalados de forma que permita la medición de todas las fuentes de energía del edificio y principales usos finales de energía que representen el 20% o más del total de consumo anual de la utilización de carga por enchufe en el edificio. Los medidores deben estar permanentemente instalados, registrar datos en intervalos de 1 hora o menos y transmitirlos a un sitio de registro remoto. El sistema de almacenamiento debe utilizar una red de área local, un sistema automatizado, una red inalámbrica o infraestructura de comunicación semejante. Además, debe tener la capacidad de almacenamiento de datos por al menos seis meses y permitir el acceso a los datos de manera remota. Debe ser posible contar con los datos de consumo y demanda por hora, diarios, mensuales y anuales.

EA Crédito 6. Respuesta a la demanda

Este crédito se basa en la evaluación de los sistemas y equipos del edificio para la participación en un programa de respuesta a la demanda. Al no contar con un programa de este tipo, se requiere contar con infraestructura en el sitio que permita tomar ventaja de futuros programas DR o programas dinámicos de fijación de precios en tiempo real. Se debe desarrollar un plan integral que permita la eliminación de, como mínimo, un 10% de la demanda eléctrica anual máxima. Se debe incluir los procesos DR dentro de los requisitos de las instalaciones y planes de operación y mantenimiento. Se debe establecer contacto con representantes de servicios públicos para discutir la posibilidad de futuros programas DR.

EA Crédito 7. Energía renovable y compensaciones de carbono

Para la determinación del puntaje obtenido se utiliza la ecuación 10, mostrada a continuación:

$$Puntos = \frac{\% \text{ energía renovable generada}}{1,5\%} + \frac{\text{Energía comprada/compensaciones}}{25\%}$$

(Ecuación 10)

EA Crédito 8. Gestión avanzada de refrigerantes

El acatamiento de este crédito permite la obtención de un punto, mediante la comprobación del no requerimiento de sustancias refrigerantes, o uso solamente, de refrigerantes (naturales o sintéticos) que tengan un potencial de agotamiento de la capa de ozono (ODP, por sus siglas en inglés) de cero y un potencial de calentamiento global de menos (GWP, por sus siglas en inglés) menor a 50.

Materiales y Recursos (MR)

MR Prerrequisito 1. Política de compras y desechos continuos

Se establece que para su cumplimiento debe existir un política de compras sostenibles, que incluya como mínimo:

- Compras continuas: las cinco categorías de compras más requeridas del total anual y materiales de oficina y lámparas, tanto interiores como exteriores.
- Materiales duraderos: equipo de oficina , accesorios, equipo audiovisual, cualquier equipo de eléctrico.

Además, se debe contar con un sitio de almacenamiento de materiales reciclables, incluyendo papel, cartón, vidrio, plástico y metales. Se requiere del establecimiento de un punto seguro para el almacenamiento de baterías y lámparas que contengan mercurio. Se debe manejar un

plan de gestión de residuos sólidos que comprenda reutilización, reciclaje o compostaje de los productos adquiridos continuamente.

MR Prerrequisito 2. Política de mantenimiento y renovación de instalaciones

Este prerrequisito solicita contar con una política de mantenimiento y renovación de instalaciones donde se establezcan directrices sobre todas las actividades relacionadas, incluyendo mejoras al edificio, reparación o sustitución dentro del edificio. Debe incluir, además, gestión de desechos y la calidad de aire interior.

MR Crédito 1. Compras – Continuas

El presente crédito se relacionada directamente con el cumplimiento del MR Prerrequisito 1 y permite la obtención de un punto. Para su cumplimiento al menos un 60% de las compras continuas, según costo, cumplen con los criterios enlistados a continuación. Se deben tomar en cuenta todos los materiales incluidos en el prerrequisito 1 y se excluye la compra de luminarias.

- Contenido de material reciclado post-consumo: cumplir como mínimo con los niveles de las directrices de compras de la EPA.
- Uso extendido: las baterías deben ser recargables y los cartuchos de tinta de impresoras láser deben ser remanufacturado.
- Papel y productos de madera: los materiales de este tipo deber estar certificados por el Forest Stewardship Council (Consejo de Administración Forestal), FSC, o por algún equivalente aprobado por el USGBC.

Al menos el 40% de los materiales o equipos eléctricos, según costo, debe contar con una clasificación EPEAT o Energy Star (o equivalente externo a los Estados Unidos).

MR Crédito 2. Compras – Lámparas

Se debe implementar un plan de compras de luminarias que representen en promedio 70 picogramos de mercurio por hora lumen o inferior. Las luminarias que no contengan mercurio se deben tomar en cuenta solamente si su eficiencia energética es, al menos, igual a la de sus homólogo con contenido de mercurio.

La ecuación 11 permite determinar de manera general los picogramos por lumen hora en el edificio:

$$\text{Picogramos por lumen hora} = \frac{\text{Picogramos por lumen hora totales}}{\text{Número total de luminarias}} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

MR Crédito 3. Compras – Mantenimiento y renovación de instalaciones

El acatamiento de este crédito permite la obtención de uno o dos puntos. Para su cumplimiento la guía de referencia plantea las siguientes opciones:

Opción 1. Productos y materiales (1 punto). Al menos el 50%, en costo, de los productos y materiales adquiridos para actividades de mantenimiento y renovación del edificio deben cumplir los criterios presentados seguidamente.

- Contenido reciclado.
- Productos de madera: deben ser certificados por FSC o equivalente aprobado por el USGBC.
- Reutilización de materiales: se incluyen productos rescatados, renovados o reutilizados.
- Responsabilidad extendida: el fabricante participa en programas de responsabilidad extendida.
- De la cuna a la tumba (Certificación Cradle to Cradle): productos de uso final poseen alguna certificación Cradle to Cradle (v2 oro, v2 platino, v3 oro o platino).
- Optimización de la cadena de suministro: utilizar productos:
 - Provenientes de fabricantes implicados en programas validados y sólidos de salubridad y riesgos que documenten al menos 99%, en peso, de los ingredientes utilizados en la fabricación del producto.
 - Provenientes fabricantes con una verificación independiente, por parte de un tercero se debe verificar que en su cadena de suministro, como mínimo comuniquen y prioricen los componentes químicos, que cuenten con un plan

relacionado con salubridad y que se cuenten con una gestión adecuada respecto a salubridad, seguridad y características ambientales.

- Bajas emisiones de formaldehído: en el caso de ebanistería y carpintería debe documentarse que los materiales poseen bajas emisiones de formaldehído conformes a los requisitos de la California Air Resources Board. El trabajo de carpintería estructural rescatado y reutilizado que tenga más de un año en el momento de la ocupación se considera conforme, siempre que cumpla los requisitos para cualquier pintura, revestimiento, adhesivo o sellante del sitio.
- Programa aprobado por el USGBC: programas aprobados por el USGBC que cumplen con los de liderazgo en extracción de materiales.

Y/O

Opción 2. Mobiliario (1 punto). Al menos un 75% del mobiliario, según costo, cumplen como mínimo con uno de los criterios anteriores, considerando la modificación en los siguientes criterios:

- Bajas emisiones de compuestos orgánicos volátiles.
- Los productos de aplicación húmeda no deben contener compuestos orgánicos volátiles.
- Bajas emisiones de formaldehído.
- Programa aprobado por el USGBC, al igual que la opción anterior.

U

Opción 3. No alteraciones ni compras de mobiliarios (1 punto). No se debe realizar alteraciones del espacio del proyecto ni comprar ningún tipo de mobiliario.

MR Crédito 4. Gestión de residuos sólidos – Continuos

Se establece un máximo de dos puntos por cumplimiento del crédito. Para lo cual se debe mantener un programa de reducción y reciclaje de residuos que considere la reutilización, reciclaje o compostaje de al menos un 50% de los residuos continuos y un 75% de residuos provenientes de bienes duraderos establecidos en el MR Prerrequisito 1.

Adicionalmente, se debe realizar una adecuada disposición de baterías y luminarias con contenido de mercurio.

MR Crédito 4. Gestión de residuos sólidos – Mantenimiento y renovación de instalaciones

Mediante el acatamiento a lo establecido a continuación se logra obtener un puntaje máximo de dos. Se debe desviar, al menos, el 70% de los residuos generados por obras de renovación o mantenimiento del edificio de su disposición final en rellenos sanitarios o incineración. Se excluyen materiales que representan una amenaza a la salud humana, al igual que equipos mecánicos, eléctricos y de plomería.

Calidad ambiental interna

EQ Prerrequisito 1. Desempeño mínimo de la calidad del aire interior

En el caso de edificios que cuenten únicamente con ventilación natural se debe determinar la apertura mínima para aire exterior y los requisitos de configuración del espacio utilizando el procedimiento de ventilación natural de la norma ASHRAE 62.1-2010 o equivalente local, aquel que cumpla con parámetros más estrictos. Se debe confirmar que la ventilación natural es efectiva siguiendo el diagrama de flujo de la Figura 5.8, establecido en el Manual de aplicaciones AM10, de ventilación natural en edificaciones de la (CIBSE). La sección 6.4 de la norma ASHRAE previamente mencionada, indica la longitud máxima que debe tener cada ventana, determinada a partir de la altura a la que se encuentra el techo y la ubicación de los espacios de ventilación, de la siguiente manera:

- Ventanas en un solo lado del espacio: se permite una longitud máxima de 2 H.

- Ventanas colocadas en lados opuestos del espacio: se permite una longitud máxima de 5 H.
- Ventanas colocadas en lados adyacentes del espacio: se permite una longitud máxima de 5 H.

Donde, en todos los casos H representa la altura mínima del techo.

Además, las aberturas operables deben permanecer abiertas directamente al exterior, el área abierta debe ser, como mínimo, el 4% del área del sitio.

EQ Prerrequisito 2. Control del humo ambiental del tabaco

Se debe prohibir el fumado dentro del edificio con excepción de áreas localizadas a una distancia mínima de 7,5 m desde las entradas o áreas de ventilación.

EQ Prerrequisito 3. Política de Limpieza Ecológica

Se requiere contar una política de limpieza verde donde se incluya los procedimientos de limpieza sostenible, materiales y servicios bajo en control del edificio y administración del sitio. Se debe tomar en cuenta los requisitos del crédito EQ 1 y 2.

EQ Crédito 1. Programa de gestión de la calidad del aire interior

Este crédito concede la obtención de dos puntos. Para su establecimiento se debe desarrollar e implementar un programas de gestión de la calidad del aire interior basado en el Modelo de Evaluación de la Calidad del Aire Interior (I-BEAM, por sus siglas en inglés), elaborado por la EPA. Para cumplir con el desempeño solicitado se debe realizar una auditoría I-BEAM donde se evalúe el programa, al menos una vez cada cinco años.

EQ Crédito 2. Estrategias avanzadas de calidad del aire interior

El presente crédito permite la obtención de uno o dos puntos, para lo cual se establecen dos opciones de un punto cada uno.

Opción 1. Sistemas de ingreso (1 punto).

Para su establecimiento se debe contar con sistemas de control de contaminantes permanentemente instalados a una distancia mínima de 3 metros de longitud en la dirección principal del tráfico para capturar polvo y partículas que entren al edificio de manera regular por las entradas exteriores utilizadas. Los sistemas de control incluyen rejillas permanentes, sistemas de rejillas que permitan la limpieza en su parte inferior, alfombras o cualquier otro material diseñado con el mismo fin. Aplicar mantenimiento a los sistemas semanalmente.

Opción 2. Estrategias avanzadas de calidad de aire interior (1 punto).

Se debe cumplir con al menos uno de los siguientes requerimientos:

- Sistemas de medición de dióxido de carbono: se deben instalar sistemas de monitoreo de CO₂ en espacios densamente ocupados. Se excluyen espacios menores a los 14 m².
- Monitoreo del aire exterior en espacios naturalmente ventilados: se debe contar con un dispositivo de medición directa de la corriente de aire de extracción capaz de medir el flujo de aire con una precisión de +/- 10% de la tasa mínima de la corriente de extracción de diseño. Se debe disponer una alarma que reporte variaciones en la corrientes mayores o igual al 15% del valor anterior.
- Aperturas con alarmas en los espacios ventilados naturalmente: se deben establecer dispositivos de indicación automática en todas las aperturas destinadas a cumplir con los requisitos mínimos de apertura. Una alarma debe indicar cuando cualquiera de las aperturas se encuentre cerrada durante horas de operación.

EQ Crédito 3. Confort térmico

Es necesario contar con sistemas de monitoreo continuo y optimización que regule el confort interno y condiciones, como temperatura, temperatura radiante, humedad y flujo de aire en espacios ocupados. Se debe cumplir con la norma ASHRAE 55-2010, o bien, con la norma ISO 7730: 2005 y na norma CEN Standard EN 15251: 2007. Adicionalmente, durante el desempeño se deben realizar monitoreos continuos, pruebas periódicas, alarmas que indiquen algún fallo o requerimiento de revisión, reparaciones tempranas y calibración.

EQ Crédito 4. Iluminación interior

Este crédito permite el cumplimiento de una o ambas de las opciones que se describen a continuación.

Opción 1. Control de iluminación (1 punto).

Al menos el 50% de los espacios de ocupación individual cuentan con controles de iluminación que permite al usuario ajustar la iluminación para adecuarla a sus necesidades y preferencias. Los controles deben tener, como mínimo, tres niveles de ajuste, siendo el nivel medio de un 30% a un 70% del nivel máximo de iluminación (sin considerar el aporte de luz diurna).

En cuanto a los espacios de ocupación múltiple se debe cumplir con los siguientes tres requerimientos:

- Tener sistemas de control de zona múltiple que permitan a los ocupantes ajustar la iluminación para satisfacer las necesidades y preferencias grupales, ofreciendo al menos tres niveles de iluminación (encendido, apagado y nivel medio).
- La iluminación para cualquier pared de proyección debe ser controlada independientemente.
- Los interruptores o controles manuales deben ubicarse en el mismo espacio donde se encuentran las luminarias que controlan; se debe tener una línea de visión directa a las luminarias.

Y/U

Opción 2. Calidad de la iluminación (1 punto). Se seleccionaron las siguientes opciones para el cumplimiento:

- A. En todos los espacios ocupados regularmente, se debe contar con dispositivos de iluminación con una luminosidad menor a 2500 cd/m^2 en un ángulo de 45 a 90 grados.
- B. Las luminarias del proyecto deben tener un índice de reproducción cromática (CRI, por sus siglas en inglés) de 80 o superior. Exceptuando lámparas o dispositivos diseñados específicamente para ofrecer iluminación coloreada.
- C. En al menos el 75% de la carga total conectada contar con fuentes de luz con una vida nominal (o L70 en fuentes LED) de 24 000 horas (3 horas por encendido), como mínimo.
- D. Limitar la iluminación superior directa al 25%, como máximo, del total de la carga de iluminación conectada en todos los espacios ocupados con regularidad.

EQ Crédito 5. Iluminación natural y vistas de calidad

Este crédito permite seguir lo establecido por una o por ambas opciones, con lo que se puede obtener dos o cuatro puntos.

Opción 1. Medición de luz natural (2 puntos). Se deben alcanzar niveles de iluminación entre los 300 y 3 000 lux en al menos un 50% de los espacios regularmente ocupados. Se debe medir a la altura del plano de trabajo apropiado durante del 9:00 a.m. y 3:00 p.m. Se requiere una segunda medición de acuerdo con el Cuadro A.1.8. En espacios mayores a los 14 m^2 las mediciones se deben realizar en una cuadrícula con recuadros que no superen los 3 metros; en espacios de menor área, la cuadrícula será de máximo 900 milímetros por lado.

Cuadro A.1.8. Frecuencia de medición de iluminación interna. (Fuente: USGBC, 2013).

Primera medición realizada en	Segunda medición correspondiente
Enero	Mayo – Setiembre
Febrero	Junio – Octubre
Marzo	Junio - Julio , Noviembre – Diciembre
Abril	Agosto – Diciembre
Mayo	Setiembre – Enero
Junio	Octubre – Febrero
Julio	Noviembre – Marzo
Agosto	Diciembre – Abril
Setiembre	Diciembre – Enero, Mayo –Junio
Octubre	Febrero – Junio
Noviembre	Marzo – Julio
Diciembre	Abril – Agosto

Y/U

Opción 2. Calidad de vistas (2 puntos). Se debe alcanzar una línea de visión directa hacia el exterior mediante ventanas para el 50% de toda la superficie ocupada del piso.

Adicionalmente, el 50% de toda la superficie regularmente ocupada debe tener al menos dos de las siguientes cuatro tipos de vista:

- Múltiples líneas de visión en distintas direcciones, separadas al menos por 90 grados.
- Vistas que incluyan al menos dos elementos: flora, fauna o cielo, movimiento u objetos de al menos 7,5 metros desde el exterior del vidrio.
- Vistas sin obstaculizaciones ubicadas a una distancia de tres veces la altura máxima de la ventana.
- Vistas con un factor de vista 3 o superior, según el estudio “Ventanas y Oficinas; Un Estudio de Desempeño de Trabajadores de Oficina y Ambiente Interno”.

EQ Crédito 6. Limpieza ecológica – Evaluación de efectividad de la limpieza

Su cumplimiento permite conseguir un punto, para lo cual se debe implementar las estrategias establecidas en la política de limpieza ecológica y realizar inspección rutinarias. Mediante la inspección se debe verificar la implementación de las estrategias y se deben identificar áreas que requieran mejoras.

Conjuntamente, se debe conducir una auditoría anual de acuerdo con las directrices APPA

Leadership in Educational Facilities Custodial Staffing Guidelines (Liderazgo en Pautas para el Personal de Custodia Instalaciones Educativas), o equivalente local, para determinar el nivel de apariencia de las instalaciones. Se debe lograr una calificación igual o superior a 2,5.

EQ Crédito 7. Limpieza ecológica – Productos y materiales

Este crédito permite la obtención de un punto. Al menos el 75%, en costo, de las compras anuales de productos de limpieza debe cumplir con al menos una de las siguientes normas.

Los productos de limpieza deben cumplir con una o más de las siguientes normas, o un equivalente local para proyectos fuera de los Estados Unidos:

- Productos de limpieza: aplican las certificaciones Green Seal, UL Ecologo, Environmental Choice, o bien, certificación de la EPA según el Programa de Medio Ambiente para más seguras Productos de Limpieza.
- Los productos de papel para limpieza desechables y las bolsas de basura deben cumplir con las directrices generales de la EPA para compras de papel para limpieza y bolsas para deposito de residuos, certificaciones Green Sean, UL Ecologo, FSC. En caso de no contar con una de las anteriores certificaciones se debe demostrar que los productos de papel desechables son derivados de recursos renovables rápidamente o fabricados con fibras no provenientes de árboles.
- Los jabones y desinfectantes para manos no deben contener agentes antimicrobianos (distintos de los conservantes) excepto en los casos en que se precise por las normas de salud y otras normas. Además, deben contar con certificaciones como Green Seal, UL EcoLogo o cumplir con el estándar EPA para productos de aseo.

Para proyectos fuera de los Estados Unidos es aplicable cualquier programa de eco etiquetado tipo 1.

EQ Crédito 8. Limpieza ecológica – Equipo

Se requiere de la realización de un inventario de equipos internos y externos, incluidos

aquellos traídos por proveedores. Al menos el 40% de todo el equipo motorizado de limpieza (adquiridos, alquilados o utilizados por contratistas) deben cumplir con los siguientes criterios. Para los equipos que no los cumplan se debe desarrollar un plan para ser sustituidos al final de su vida útil por productos ambientales.

Todos los equipos de motor deben caracterizarse según lo siguiente:

- Defensas o protección, como rodillos o protectores plásticos para evitar el daño a superficies del edificio.
- Diseño ergonómico que minimice las vibraciones, ruido y fatiga, en concordancia con la norma ISO 5349-1 para vibraciones de brazo. ISO 2631-1 para vibraciones en todo el cuerpo e ISO 11201 para presión de sonido en los operarios.
- Baterías ambientalmente aceptables, según aplique, por ejemplo, baterías de gel, fibra de vidrio absorbente o iones de litio. Se excluyen equipos de descarga profunda los cuales reducirían su desempeño al utilizar estas baterías.

Equipos de aspiración deben contar con la certificación Carpet and Rug Institute, Green Label Vacuum Program y deben operar con niveles máximos de ruido de 70 dBA (ISO 11201).

El equipo motorizado para el mantenimiento del piso debe contar con aspiradoras, guardapolvos y otros dispositivos que permitan la captura de partículas finas. Debe operar bajo un nivel máximo de ruido de 70 dBA, según lo establece la ISO 11201.

El equipo de mantenimiento del piso alimentado con propano debe poseer un motor de alta eficiencia o bajas emisiones con catalizadores y silenciadores que cumplan con la normativa del California Air Resources Board o estándares EPA específicos para el tamaño de motor. Debe operar con un nivel de ruido por debajo de los 90 dBA, de acuerdo con la ISO 11201.

Equipos de pulido automatizados deben estar equipados con bombas de alimentación de varias velocidades y con un contador químico incorporado para optimización del uso de líquidos de limpieza, o bien, sistemas de control de dilución de productos químicos. De manera alternativa, los equipos pueden hacer uso únicamente de agua sin necesidad de productos químicos.

El cumplimiento de los aspectos anteriores permite obtener un punto por este crédito.

EQ Crédito 9. Manejo integrado de plagas

Contar con un plan de manejo integrado de plagas accede a la obtención de dos puntos por la inclusión de los detalles descritos a continuación.

- Identificación del equipo de manejo integrado de plagas, al igual que los roles de cada uno de los involucrados, contratistas, equipo de mantenimiento y comunicación con los ocupantes.
- Medidas para la identificación y monitoreo de plagas.
- Aplicación de medidas no químicas.
- Métodos de acción de control de plagas para la identificación de umbrales máximos de presencia. Para cada tipo de plaga, tener métodos de control, considerándolos riesgos implicados para la persona encargada de la aplicación, ocupantes y medioambiente. Priorizar la aplicación de medidas no químicas, seguidamente de plaguicidas de menor riesgo, si no se selecciona uno pesticida de este tipo se debe documentar y respaldar la decisión.
- Mecanismo de documentación de inspección, prevención y medidas de control para la evaluación del plan de manejo.
- Estrategia de comunicación entre el equipo de manejo integral y ocupantes de la edificación.

EQ Crédito 10. Confort de los ocupantes

Para llevar a cabo el cumplimiento de este crédito es necesario llevar a cabo una encuesta que permita conocer de manera anónima el grado de confort de los ocupantes del edificio, con lo que se lograría la obtención de un punto. Se debe recopilar información, de al menos el 30% del total de ocupantes, acerca de la acústica del sitio, la limpieza, la calidad del aire interior, la iluminación interna y el confort térmico. En el Cuadro A.1.9, se detalla el cuestionario incluido en la encuesta aplicada que permitió la evaluación cada uno de los aspectos mencionados.

Se debe desarrollar e implementar un plan de acción correctivo que permita mejorar los problemas encontrados que impliquen insatisfacción en más del 20% de los ocupantes.

Cuadro. A.1.9. Encuesta de confort elaborada para conocer el grado de satisfacción de los ocupantes regulares respecto a las condiciones del edificio.

Categoría temperatura				
Durante la época de seca (verano), ¿qué tan satisfecho se encuentra con temperatura del edificio?				
Muy insatisfecho -2	Insatisfecho -1	Neutral 0	Satisfecho 1	Muy satisfecho 2
Durante la época lluviosa (invierno) ¿qué tan satisfecho se encuentra con temperatura del edificio?				
Muy insatisfecho -2	Insatisfecho -1	Neutral 0	Satisfecho 1	Muy satisfecho 2
Categoría iluminación				
¿Qué tan satisfecho se siente respecto a la iluminación en áreas comunes (cocina, lavandería, salas de estudio, baños)?				
Muy insatisfecho -2	Insatisfecho -1	Neutral 0	Satisfecho 1	Muy satisfecho 2
¿Qué tan satisfecho se siente respecto a la iluminación en su habitación (residentes) o área de trabajo (funcionarios)?				
Muy insatisfecho -2	Insatisfecho -1	Neutral 0	Satisfecho 1	Muy satisfecho 2
¿Qué tan satisfecho se siente respecto a la iluminación en áreas de pasillos y escaleras?				
Muy insatisfecho -2	Insatisfecho -1	Neutral 0	Satisfecho 1	Muy satisfecho 2
Categoría aire				
¿Qué tan satisfecho se encuentra respecto a la calidad del aire en áreas comunes, incluyendo pasillos?				
Muy insatisfecho -2	Insatisfecho -1	Neutral 0	Satisfecho 1	Muy satisfecho 2
¿Qué tan satisfecho se encuentra respecto a la calidad del aire dentro del edificio?				
Muy insatisfecho -2	Insatisfecho -1	Neutral 0	Satisfecho 1	Muy satisfecho 2
Si se siente insatisfecho ¿Cuál diría que es la razón principal?				
Malos olores	Corrientes de viento muy fuertes	Presencia de polvo	Falta de ventilación	Humedad

Continuación Cuadro A.1.9.

Categoría acústica					
¿Qué tan satisfecho se encuentra con el nivel de ruido dentro del edificio?					
Muy insatisfecho -2	Insatisfecho -1	Neutral 0	Satisfecho 1	Muy satisfecho 2	
¿Qué tan satisfecho se encuentra respecto a la privacidad sónica (poder mantener una conversación) dentro del edificio?					
Muy insatisfecho -2	Insatisfecho -1	Neutral 0	Satisfecho 1	Muy satisfecho 2	
Si se siente insatisfecho ¿Cuál diría que es la razón principal?					
Conversaciones ajenas	Falta de privacidad	Ruidos externos	Ruidos de otras actividades	Otro: _____	
Categoría limpieza					
¿Qué tan satisfecho se encuentra con la limpieza del edificio?					
Muy insatisfecho -2	Insatisfecho -1	Neutral 0	Satisfecho 1	Muy satisfecho 2	
Si se siente insatisfecho ¿Cuál(es) área(a) le provoca disconformidad?					
Salas de estudio	Oficina / Cuarto de habitación	Cocina	Pasillos / escaleras	Lavandería	Baños
General					
¿Qué tan satisfecho tan confortable encuentra la ocupación del edificio de manera general?					
Muy inconfortable -2	Inconfortable -1	Neutral 0	Confortable 1	Muy confortable 2	

Innovación

IN Crédito 1. Innovación

Se consideraron las opciones 1 y 2, establecidas en la guía de referencia.

Opción 1. Innovación (1 punto)

Se debe alcanzar un desempeño ambiental destacable a través de una estrategia no incluida dentro del sistema LEED. Se debe identificar el objetivo del crédito de innovación propuesto, los requisitos que permitan el cumplimiento e información que demuestre el cumplimiento, al igual que las estrategias utilizadas para el alcance.

Y/O

Opción 2. Piloto (1 punto)

Se debe cumplir con alguno de los créditos pilotos del sistema propuestos por el USGBC.

Cuadro A.1.10. Créditos piloto aplicables para el sistema LEED EB: O+M V4. (Fuente: USGBC, 2017f)

Categoría	Nombre del crédito
Sitios Sustentables	Apoyo financiero externo para la protección del hábitat
	Prevención de colisión de aves
	Información sobre el diseño mediante análisis de triple resultado final
Eficiencia en consumo de agua	No uso de torres de enfriamiento
	Certificados de restauración del agua
Energía y Atmósfera	Auditoría energética ISO 50002
	Prevención de contaminantes en la comunidad – emisiones atmosféricas
	Capacitación ambiental para contratistas, comerciantes, operadores y trabajadores de servicios
	Producción alimentaria local
Materiales y Recursos	Madera legal
	Tasas de reciclaje verificadas de construcción y demolición
Calidad ambiental interna	Procedimiento de calidad de aire interior
	Aprendizaje de control térmico
	Evaluación del aire interior basada en el rendimiento en edificios existentes
	Ergonomía para usuarios de computadoras
	Rendimiento acústico mejorado: control de ruido exterior
	Reducción del riesgo de plomo
	Iluminación diurna en espacios no ocupados regularmente
Vistas de calidad en espacios no ocupados regularmente	
Innovación	Puntuación de rendimiento LEED
	Equidad social dentro de la comunidad
	Equidad social dentro del personal de operación y mantenimiento
	Proceso integrativo

APÉNDICE 2. COTIZACIÓN REALIZADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE MEDICIÓN AVANZADA

Cuadro A.2.1. Descripción de sistemas de medición avanzada de energía.

Nombre sistema	Distribuidora	Descripción técnica	Precio aproximado
Medidor - EEM-MA600- 2901366	ELMEC S.A.	<p>Medidor de energía para medir parámetros eléctricos en instalaciones de baja tensión hasta 700 V, registro de armónicos por separado - apto para ampliación con módulos funcionales especiales y de comunicación.</p> <p>Determina tendencias de potencia efectiva y reactiva.</p>	<p>\$400 - \$600 por unidad</p> <p>Se pueden requerir al menos tres unidades.</p>
Sistema Obvius – AcquiSuite - EMB	Procoen	<p>Sistema de medición con CPU integrado, posee una memoria de 32 MB en RAM.</p> <p>Recolecta y registra datos de dispositivos conectados, directamente o inalámbricamente, en intervalos seleccionados por el usuario. Los datos son almacenados cada hora en una memoria no volátil hasta la descarga manual o programada. Los datos pueden ser recuperados mediante conexión de internet.</p>	<p>\$5 000</p> <p>Este es un valor aproximado, ya que se requiere que el distribuidor verifique las condiciones del sitio.</p>

**APÉNDICE 3. RESULTADOS DE CONDUCCIÓN DE AUDITORÍA DE
VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE LIMPIEZA SEGÚN
LINEAMIENTOS APPA**

Cuadro A.3.1. Resultados de evaluación de condiciones de limpieza en el área de oficinas.

Ítem	Factor de ponderación	Nivel de apariencia					Puntaje absoluto
		1	2	3	4	5	
Pisos	55	X					55
Superficies horizontales	12		X				24
Luminarias	3		X				6
Contenedores de basura	23		X				46
Superficies verticales	7		X				14
Puntuación total							145
Nivel = total/100							1,45

Cuadro A.3.2. Resultados de evaluación de condiciones de limpieza en comedores.

Ítem	Factor de ponderación	Nivel de apariencia					Puntaje absoluto
		1	2	3	4	5	
Pisos	55		X				110
Superficies horizontales	12			X			36
Luminarias	3		X				6
Contenedores de basura	23		X				46
Superficies verticales	7		X				14
Puntuación total							212
Nivel = total/100							2,12

Cuadro A.3.3. Resultados de evaluación de condiciones de limpieza en salas de estudio.

Ítem	Factor de ponderación	Nivel de apariencia					Puntaje absoluto
		1	2	3	4	5	
Pisos	55		X				110
Superficies horizontales	12			X			36
Luminarias	3		X				6
Contenedores de basura	23		X				46
Superficies verticales	7		X				7
Puntuación total							205
Nivel = total/100							2,05

Cuadro A.3.4. Resultados de evaluación de condiciones de limpieza en áreas de lavandería.

Ítem	Factor de ponderación	Nivel de apariencia					Puntaje absoluto
		1	2	3	4	5	
Pisos	55		X				110
Superficies horizontales	12		X				24
Luminarias	3		X				6
Contenedores de basura	23		X				46
Superficies verticales	7		X				14
Puntuación total							200
Nivel = total/100							2,00

Cuadro A.3.5. Resultados de evaluación de condiciones de limpieza en servicios sanitarios.

Ítem	Factor de ponderación	Nivel de apariencia					Puntaje absoluto
		1	2	3	4	5	
Pisos	55		X				110
Superficies horizontales	12			X			36
Luminarias	3		X				6
Contenedores de basura	23		X				46
Superficies verticales	7		X				14
Puntuación total							212
Nivel = total/100							2,12

APÉNDICE 4. LISTA DE VERIFICACIÓN GENERADA PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS MEDIANTE EL SISTEMA LEED V4 O+M: EB.

Cuadro A.3.6. Lista de verificación de acciones.

Área de evaluación	Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad			
				Sí	No	Obligatorio	
Locación y transporte (LT)	Transporte alternativo	Opción 1. Encuesta de transporte	Realizar una encuesta a los ocupantes regulares y visitantes, al menos cada cinco años.				
		Opción 2. Tasa de transporte alternativo	Determinar la tasa de transporte alternativo.				
		Opción 3. Programa integral de transporte alternativo	Implementar programa que incentive el uso de transportes alternativos.				
Sitios Sostenibles (SS)	Política de gestión del sitio	Desarrollo e implementación de una política de gestión del sitio.	Determinar prácticas actuales de gestión.				
			Evaluar elementos como consumo de agua, consumo eléctrico, contaminación atmosférica, gestión de residuos sólidos, limpieza interior y exterior, control de erosión y sedimentación, almacenamiento y mantenimiento de equipo.				
	Desarrollo del sitio – Protección o restauración del hábitat	Opción 1. Restauración del sitio.	Opción 2. Apoyo financiero	Conservar, al menos, el 20% del área total del sitio con cobertura vegetal (autóctona o adaptada).			
				Brindar apoyo económico a entidades involucradas con la conservación natural, considerando una contribución mínima de 0,05 \$ por metro cuadrado.			
	Manejo de aguas pluviales	Prácticas de desarrollo de bajo impacto para la recolección y tratamiento del agua.		Implementar sistemas que permitan recuperar el agua pluvial del 25% de las superficies impermeables para el percentil 95 de las tormentas.			
				Contar con un programa de inspección anual que permita la verificación del correcto funcionamiento del sistema implementado.			
	Reducción de la isla de calor			Opción 1. No techada.	Implementar alguna(s) de las estrategias propuestas en al menos el 50% del área pavimentada del sitio.		
				Opción 2. Techadas.	Utilizar materiales de cubierta que cumplan con el SRI establecido en al menos el 75% del área techada.		
				Opción 3. No techadas y techadas.	Implementar medidas para las áreas techadas y no techadas, correspondientemente, que permitan el cumplimiento del criterio LEED solicitado.		
				Opción 4. Estacionamiento bajo techo.	Ubicar al menos el 50% de los espacios de estacionamiento bajo techo.		
	Reducción de la contaminación lumínica			Opción 1. Cubrir luminarias.	Cubrir luminarias exteriores, asegurando que no se emita luz directamente por encima la línea horizontal.		
				Opción 2. Medición del perímetro.	Realizar mediciones de iluminación nocturna, confirmando que los niveles de iluminación no superan el 20% del nivel medido con las luminarias apagadas.		
	Manejo del sitio			Demostrar que se cumple con criterios de gestión ambiental congruentes con el sistema LEED.	Verificar el cumplimiento de criterios LEED en relación al uso de sustancias químicas, erosión y sedimentación, contaminación atmosféricas, residuos orgánicos, sistemas de riego y almacenamiento de equipos y materiales.		
				Opción 1. Área de césped limitada.	Limitar el césped a un máximo del 25% de la zona con cobertura vegetal.		
				Opción 2. Equipamiento manual o eléctrico.	Utilizar únicamente equipo manual o eléctrico para todas las operaciones del sitio.		
	Plan de manejo			Opción 3. Reducción de las emisiones del equipamiento del sitio.	Demostrar y mantener una reducción del 50% de las emisiones de hidrocarburos y NOx y un 75% para emisiones de CO respecto a las normas de referencia.		
Plan integral de mejora del sitio.				Establecer e implementar un plan de gestión que abarque elementos hidrológicos, de la vegetación y suelos.			

Continuación Cuadro A.3.6.

Área de evaluación	Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad			
				Sí	No	Obligatorio	
Uso eficiente del agua (WE)	Reducción del consumo de agua interno	Opción 1. Cálculo del consumo de agua.	Reducir el consumo de agua interno basándose en los accesorios de plomería determinados por la guía de evaluación LEED, de modo que el consumo sea igual o inferior a la línea base de LEED v4.				
		Opción 2. Medición del consumo de agua.	Mantener registros de consumo de agua interno por un período anual para establecer una línea base de consumo.				
	Medición del consumo de agua por edificio	Medidores permanentes.	Registrar los datos de consumo total de agua potable de la edificación y terrenos asociados mensuales y compartirlos con el USGBC durante cinco años.				
	Reducción del consumo de agua exterior	Opción 1. Riego no requerido.	Opción 1. Riego no requerido.	Demostrar que los elementos naturales no requerirán de riego posterior al período máximo de arraigo de dos años.			
			Opción 2. No se cuenta con medidor de riego instalado.	Calcular los requisitos de agua del paisaje existente mediante la herramienta de presupuesto de agua EPA WaterSense. Instalar un medidor de riego.			
		Opción 3. Medidor de riego instalado.	Determinar una línea base utilizando la media anual de al menos tres años de datos consecutivos de los cinco años anteriores. Comprobar una reducción del consumo durante doce meses a partir del valor de línea base determinado.				
	Reducción del consumo de agua interno	Opción 1. Consumo de agua calculado.	Disponer de instalaciones cuyo consumo de agua sea inferior a la línea de base calculada previamente.				
		Opción 2. Medición del consumo de agua.	Medir y registrar consumo de instalaciones y accesorios durante un año para el establecimiento de la línea base. Demostrar una reducción porcentual respecto a la línea base anual de los datos registrados.				
	Consumo de agua de torre de enfriamiento	Reutilización del agua requerida por las torres de enfriamiento como agua de reposición.	Realizar un análisis de agua potable durante cinco años (posterior a la aplicación para certificación) que mida al menos los cinco parámetros establecidos por LEED (Ca- como CaCO3-, alcalinidad total, SiO2, Cl- y conductividad).				
	Medición del consumo de agua	Establecimiento medidores permanentes.	Contar medidores para distintos subsistemas de agua (riego, instalaciones y accesorios internos, torres de enfriamiento, agua caliente doméstica, agua recuperada, otras aguas de procesos).				
Energía y atmósfera (EA)	Mejores prácticas para la gestión de eficiencia energética	Ejecución de una auditoría energética.	La auditoría debe realizarse bajo los requisitos de análisis preliminar de consumo energético de ASHRAE y ASHRAE Nivel 1				
			Elaborar y mantener un plan de requisitos, operaciones y mantenimiento de instalaciones actuales que permita operar el edificio eficientemente. El plan debe incluir toda la información indicada en la guía de referencia LEED v4.				
	Eficiencia energética mínima	Opción 1. Comparación con edificios típicos	Caso en que proyectos no pueden optar por la clasificación ENERGY STAR.				
			Vía 1. Demostrar un desempeño energético un 25% más eficiente que el correspondiente a edificaciones similares mediante la comparación con datos nacionales de energía primaria (herramienta Portfolio Manager). Vía 2. Datos de promedios nacionales no disponibles. Realizar una comparación con datos energéticos de al menos tres edificios similares (clima, uso del edificio y ocupación) y demostrar un 25% de mejora.				
	Opción 2. Comparación con datos históricos.	Comparar y demostrar un 25% de mejora de los datos de energía de los últimos doce meses respecto a los datos de tres años previos continuos (no deben tener más de cinco años de antigüedad).					

Continuación Cuadro A.3.6.

Área de evaluación	Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
				Sí	No	Obligatorio
Energía y atmósfera (EA)	Medición de consumo de energía por edificio	Sistemas de medición de energía.	Disponer de medidores de energía a nivel propio del edificio.			
			Mantener registros mensuales y anuales de consumo de energía y demanda eléctrica; adicionalmente, compartirlos con el USGBC.			
	Gestión básica de refrigerantes	Eliminación el uso de sustancias dañinas para la capa de ozono.	No hacer uso de refrigerantes que contengan compuestos clorofluorocarbonados			
	Comisionamiento del edificio – Análisis	Opción 1. Comisionamiento del edificio existente.	Desarrollar un plan de retrocomisionamiento que incluya todo lo indicado en la guía de referencia LEED v4.			
		Opción 2. Auditoría energética.	Desarrollar un plan de auditoría energética basándose en los requisitos de ASHRAE Nivel 2, Encuesta y análisis de energía.			
	Comisionamiento del edificio – Implementación	Implementación del plan de retrocomisionamiento.	Poner en práctica lo establecido en el plan anterior y cumplir con los requisitos de la sección previa.			
	Comisionamiento continuo	Establecimiento de un proceso de comisionamiento continuo.	Cumplir con los requisitos de las dos secciones previas.			
			Desarrollar un plan de comisionamiento continuo.			
	Optimización del desempeño energético	Comprobación de mejora eficiencia energética por encima del mínimo requerido.	Para cualquiera de los casos del prerrequisito de eficiencia energética mínima, demostrar que se superaron los valores mínimos de mejora establecidos.			
	Medición avanzada de energía	Instalación de medidores de energía avanzados.	Implementar sistemas de medición avanzados para todas la fuentes de energía y principales usos finales.			
			Programar en el sistema una alarma que indique cuando el consumo y/o la demanda energética máxima supere(n) los valores anticipados en un 5%.			
			Reportar y comparar mensualmente los valores de demanda máxima de las instalaciones y consumo total.			
	Respuesta a la demanda	Caso 1. Programa de respuesta a la demanda disponible.	Participar en un programa existente de respuesta a la demanda.			
			Contar con un sistema automatizado de respuesta a la demanda.			
			Incluir todo proceso de respuesta a la demanda dentro del plan de mantenimiento y operaciones del edificio.			
		Caso 2. Programa de respuesta a la demanda no disponible.	Contar con infraestructura apta para futuros programas de respuesta a la demanda o programas dinámicos.			
			Desarrollar un plan general para eliminar, al menos, el 10% de la demanda máxima anual.			
			Incluir procesos de respuesta a la demanda dentro del plan de mantenimiento y operaciones del edificio.			
		Caso 3. Desplazamiento permanente de cargas.	Establecer relaciones con representantes de empresas de suministro locales para futuros programas.			
			Mantener en funcionamiento sistemas que permitan la transferencia de demanda eléctrica de horas pico a horas de menor demanda.			
Demostrar que se logra reducir en un 10% la demanda máxima.						
		Incluir medidas de desplazamiento de carga dentro del plan de mantenimiento y operaciones del edificio.				

Continuación Cuadro A.3.6.

Área de evaluación	Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
				Sí	No	Obligatorio
Energía y atmósfera (EA)	Energías renovables y compensaciones de carbono	Abastecimiento total o parcial con fuentes de energía renovables.	Evidenciar que el consumo total del edificio, o una porción parcial ,se cubre directamente a partir de sistemas de energía renovable.			
			Mostrar que se cuenta con contrato, de al menos dos años, de compra de energía verde, compensaciones de carbono o certificados de energía renovable.			
	Gestión avanzada de refrigerantes	Opción 1. Ausencia de refrigerantes o refrigerantes de bajo impacto. Opción 2. Cálculo del impacto del refrigerante.	No hacer uso de refrigerantes o utilizar únicamente aquellos que posean un potencial de agotamiento de la capa de ozono nulo y un potencial de calentamiento por debajo de 50.			
			Seleccionar sustancias refrigerantes que minimicen o eliminen la emisión de compuestos que promueven el agotamiento de la capa de ozono y cambio climático.			
Materiales y recursos (MR)	Política de compras y desechos continuos	Reducción del impacto ambiental mediante política de compras y gestión de residuos.	Establecer e implementar una política de adquisición con criterios ambientales para compras continuas y compras de bienes duraderos, se deben incluir todos los productos que se encuentran bajo la gestión del edificio y del sitio en cuestión.			
			Definir sitios aptos para el almacenamiento de material reciclable y materiales peligrosos (baterías y lámparas de mercurio).			
			Establecer e implementar una política de gestión de residuos sólidos que abarque la reutilización, reciclaje y/o compostaje, debe incluirse, como mínimo, residuos continuos, residuos de bienes duraderos y residuos peligrosos.			
			Realizar una auditoría de generación de residuos, al menos cada cinco años o demostrar que el 75% de los residuos generados no son dispuestos en un relleno sanitarios			
	Política de mantenimiento y renovación de instalaciones	Creación de una política de mantenimiento y renovaciones.	Incluir dentro de la política de mantenimiento y renovación de instalaciones directrices de actividades de mantenimiento que incluyan reparaciones generales y sustitución y actividades de renovación, incluyendo mejoras del edificio y habilitación de espacios arrendados.			
			La política de compras para productos y materiales adquiridos para mantenimiento y renovación debe incluir mobiliario y accesorios, al igual que los componentes necesarios para mantenerlos. (Los criterios ambientales se detallan en la guía de referencia, Crédito MR - Compras - Mantenimiento y renovación de instalaciones.)			
			Abarcar la gestión de residuos de actividades de mantenimiento, incluyendo su correcto almacenamiento, reciclaje y desvío o disposición final.			
			Describir el procedimiento de gestión de residuos para actividades de renovación.			
			Desarrollar una política de calidad del aire interior durante actividades de mantenimiento y renovación.			
	Compras - Continuas	Aplicación de criterios ambientales para la adquisición de productos y materiales.	Adquirir, al menos, un 60% del costo total, productos de consumo diarios que cumplan, como mínimo, con uno de los criterios establecidos en la guía de evaluación LEED v4.			
			Adquirir, como mínimo, el 40% del total del equipo eléctrico, según costo, bajo al menos uno de los criterios de sostenibilidad establecidos por LEED en la guía de referencia v4.			

Continuación Cuadro A.3.6.

Área de evaluación	Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
				Sí	No	Obligatorio
Materiales y recursos (MR)	Compras - Lámparas	Aplicación de criterios ambientales para la adquisición luminarias .	Implementar un plan de compras de luminarias, exteriores e interiores, que establezca un promedio máximo de 70 picogramos de mercurio por lumen-hora.			
	Compras - Mantenimiento y renovación de instalaciones	Opción 1. Productos y materiales.	Adquirir al menos un 50%, de acuerdo al costo, del total de materiales para mantenimiento y renovación que cumplan, como mínimo, con uno de los criterios ambientales señalados en la guía de referencia LEED v4.			
		Opción 2. Mobiliario.	Adquirir un mínimo de un 75%, según costo, del total de mobiliario y accesorios que cumpla con al menos uno de los criterios ambientales señalados en la guía de referencia LEED v4.			
		Opción 3. Ausencia de alteraciones o compra de mobiliario.	No se debe realizar ninguna alteración al espacio ni se debe adquirir ningún nuevo mobiliario durante el período de desempeño.			
	Gestión de residuos sólidos – Continuos	Programa de gestión integral de residuos.	Reducir, reciclar o compostar, al menos, el 50% (peso o volumen) de los residuos de generación continua.			
			Reducir, reciclar o compostar, al menos, el 75% (peso, volumen o valor de sustitución) de los residuos de bienes duraderos.			
			Disponer adecuadamente baterías desechadas y lámparas con contenido de mercurio.			
Gestión de residuos sólidos - Mantenimiento y renovación	Programa de gestión integral de residuos.	Evitar la disposición final en rellenos sanitarios o plantas incineradoras de, al menos, el 70% (peso o volumen) de los residuos generados por actividades de mantenimiento y/o renovación de instalaciones.				
Calidad ambiental interna (EQ)	Desempeño mínimo de la calidad del aire interior	Espacios ventilados mecánicamente. Caso 1. Sistemas capaces de cumplir tasas de flujo de aire requeridas.				
		Opción 1. ASHRAE STANDARD 62.1-2010.	Cumplir con las tasas de corriente de aire exterior establecidas en el procedimiento de ventilación de ASHRAE y requisitos de las secciones 4 a la 7 de la norma ASHRAE 62.1-2010.			
		Opción 2. Normas CEN EN 15251-2007 y EN 13779-2007.	Cumplir con los parámetros del ambiente interior del Anexo B de la norma CEN EN 15251-2007.			
			Cumplir con los requisitos de la norma CEN EN 13779-2007 para ventilación de edificios no residenciales.			
	Espacios con ventilación natural.					
	Norma ASHRAE 62.1- 2010.	Verificar el cumplimiento de valores de apertura mínima par aire exterior y requisitos de configuración del espacio.				
		Asegurar que la ventilación natural es efectiva mediante el diagrama de ventilación natural para edificios no domésticos de la CIBSE.				
	Control del humo ambiental del tabaco	Minimización de la exposición al humo del tabaco.	Prohibir fumar dentro del edificio y a una distancia mínima en el exterior de 7,5 metros del edificio.			
			Colocar señalización de prohibición a menos de 3 metros de todas las entradas del edificio.			
	Política de Limpieza Ecológica	Opción 1. Política de limpieza verde.	Contar con una política de limpieza verde para el edificio y el sitio en general que incluya procedimientos, materiales, servicios y organización de la limpieza.			
Dar seguimiento a la aplicación de la política establecida.						
Opción 2. Servicio certificado de limpieza.		El proveedor de servicios de limpieza debe contar con una de las tres certificaciones que establece LEED.				
		Desarrollar e implementar objetivos y estrategias que fomenten la conservación de energía, agua y productos químicos.				

Continuación Cuadro A.3.6.

Área de evaluación	Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
				Sí	No	Obligatorio
Calidad ambiental interna (EQ)	Programa de gestión de la calidad del aire interior	Prevención y corrección de problemas en la calidad del aire interior.	Desarrollar e implementar un programa de gestión de la calidad del aire interno basado en el modelo I-BEAM de la EPA.			
			El programa debe formar parte del plan de operaciones y mantenimiento del proyecto.			
	Estrategias avanzadas EQ	Opción 1. Sistemas de control de contaminantes para el ingreso.	Tener implementados sistemas de control de contaminantes permanentemente instalados al ingreso del edificio, con un largo mínimo de 3 metros.			
		Opción 2. Estrategias adicionales de calidad del aire interior.	Cumplir con los requisitos establecidos para al menos una de las siguientes opciones: filtración en sistemas de ventilación mecánica, monitoreo de dióxido de carbono, monitoreo del aire exterior en espacios con ventilación mecánica, monitoreo del aire exterior en espacios ventilados naturalmente y/o aperturas con alarmas en espacios con ventilación natural.			
	Confort térmico	Opción 1. ASHRAE 55-2010	Poseer un sistema de monitoreo permanente que garantice el desempeño continuo del edificio, siguiendo los criterios de confort de la norma ASHRAE 55-2010, secciones 5.2 o 5.3.			
		Opción 2. Normas ISO y CEN	Poseer un sistema de monitoreo permanente que garantice el desempeño continuo del edificio, siguiendo los criterios de confort de la norma ISO 7730:2005, Ergonomía del ambiente térmico.			
	Poseer un sistema de monitoreo permanente que garantice el desempeño continuo del edificio, siguiendo los criterios de confort de la norma CEN Standard EN 15251:2007, Parámetros del ambiente interior para el diseño y evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido, Sección A2.					
	Iluminación interior	Opción 1. Controles de iluminación.	Colocar controles de iluminación, que permitan como mínimo tres posibilidades, en al menos el 50% de los espacios de ocupación individual.			
			En espacios compartidos por varios ocupantes, contar con sistemas de control multizona que permita el ajuste a necesidades y preferencias mediante tres o más opciones.			
			En espacios compartidos por varios ocupantes, la iluminación para presentaciones o proyecciones debe ser controlada independientemente.			
		En espacios compartidos por varios ocupantes, los interruptores manuales deben estar ubicados en el mismo espacios que las luminarias.				
	Opción 2. Calidad de la iluminación.	Cumplir con cuatro de las ocho estrategias establecidas en la guía de referencia LEED v4.				
	Iluminación natural y vistas de calidad	Opción 1. Medición de la iluminación natural.	Obtener niveles de iluminación entre 300 y 3000 lux, como mínimo, en el 50% de las superficies ocupadas con regularidad.			
			Permitir una línea de visión directa al exterior mediante ventanas en el 50% de las superficies regularmente ocupadas.			
		Opción 2. Vistas de calidad.	La vistas deben cumplir con las especificaciones establecidas en la guía de referencia LEED v4.			
	Limpieza ecológica – Evaluación de efectividad de la limpieza	Procedimientos eficaces de limpieza.	Implementar las estrategias comprendidas en la política de limpieza ecológica.			
Realizar inspecciones y controles rutinarios.						
Llevar a cabo una auditoría anual según las directrices APPA Leadership in Educational Facilities' Custodial Staffing Guidelines.						
Limpieza ecológica – Productos y materiales	Criterios ambientales para adquisición de productos de limpieza y productos de papel desechables.	Comprar productos y materiales de limpieza verde, incluyendo los utilizados por el personal interno o por proveedores de servicios subcontratados.				
		Adquirir al menos un 75%, según costo anual de compras, de los productos y materiales de limpieza que se apeguen a uno o más criterios indicados en la guía de referencia LEED v4.				

Continuación Cuadro A.3.6.

Área de evaluación	Aspecto evaluado	Estrategia(s) LEED	Acciones implicadas	Aplicabilidad		
				Sí	No	Obligatorio
Calidad ambiental interna (EQ)	Limpieza ecológica – Equipo	Reducción de contaminantes químicos, biológicos y particulados de los equipos mecánicos.	Crear un inventario del equipamiento interior y exterior existente.			
			Cumplir con los criterios señalados en la guía de referencia LEED v4 en al menos el 40% de todo el equipamiento de limpieza.			
			Desarrollar un plan de eliminación y sustitución gradual.			
	Manejo integrado de plagas	Control del uso de pesticidas y reducción a su exposición.	Poseer un plan de manejo integrado de plagas que incluya cada uno de los elementos detallados en la guía de referencia LEED v4.			
			Implementar y evaluar las estrategias incluidas en el plan.			
			Registrar toda aplicación de pesticidas, participación y decisiones tomadas por el equipo de manejo integrado de plagas.			
			Si el servicio de manejo de plagas se da por una entidad externa, demostrar que cuenta con un certificado GreenPro, EcoWise, GreenShield o equivalente.			
	Confort de los ocupantes	Evaluación del confort de los ocupantes de la edificación.	Aplicar una encuesta al menos el 30% del total de los ocupantes sobre los niveles de confort, las respuestas deben ser anónimas.			
			Desarrollar e implementar un plan de acciones correctivas para solucionar problemas de confort cuando más del 20% de los ocupantes manifiesta insatisfacción.			
Innovación (IN)	Innovación	Opción 1. Innovación.	Alcanzar una desempeño ambiental relevante y medible aplicando una estrategia no comprendida en el sistema de clasificación LEED.			
			Identificar y establecer objetivo del crédito, requisitos y enfoque o estrategias para el cumplimiento.			
		Opción 2. Piloto.	Cumplir con un crédito piloto de la Biblioteca de créditos piloto LEED.			
		Opción 3. Estrategias adicionales.	Cumplir con una o ambas de las opciones anteriores y/o lograr un desempeño ejemplar en uno de los prerrequisitos o créditos de LEED v4.			
	Profesional acreditado LEED	LEED AP.	Contar con la participación de al menos un profesional LEED acreditado en el equipo del proyecto.			
Prioridad regional (RP)	Prioridad regional	Créditos prioritarios.	Obtener hasta cuatro de los seis créditos de prioridad regional establecidos por LEED v4.			

ANEXOS

**ANEXO 1: RESUMEN DE ASPECTOS REGULADOS POR LEED
AMBIENTALES INCLUIDOS EN EL PLAN DE ACCIÓN DEL PGAI.**

Cuadro B.1.1. Resumen del plan de acción establecido en el PGAI en proceso de revisión para la Sede Central del ITCR.

Aspecto Ambiental	Objetivos ambientales	Metas ambientales programadas	Indicador de línea base	Medida ambiental
Consumo de Energía Eléctrica	Reducir el consumo de energía eléctrica	Disminuir el consumo per cápita de energía eléctrica en 3%	kWh/ año	Implementación de luminarias eficientes.
				Implementación de sensores para luminarias y aires acondicionados
			kWh/persona/año	Directriz de instalación de calentadores solares en lugar de duchas convencionales
				Directriz de compra de aires acondicionados exclusivamente tipo inverter.
			T CO _{2e} /año	Directriz de instalación de aires acondicionados exclusivamente en laboratorios y auditorios.
	Reducir el consumo de energía eléctrica	Disminuir el consumo per cápita de energía eléctrica en 3%	kWh/ año	Campañas de uso eficiente de la energía eléctrica
			kWh/persona/año	Construcción y seguimiento del complejo solar
				Seguimiento a la instalación fotovoltaica del edificio de rectoría
			T CO _{2e} /año	Implementación de tecnologías de eficiencia energética como películas de disminución térmica, techos aislantes térmicos, domos para iluminación y ventilación y sistemas de iluminación natural y ventilación forzada.
Reducir el consumo de energía eléctrica	Disminuir el consumo per cápita de energía eléctrica en 3%	kWh/ año	Registrar el consumo de energía eléctrica.	
		kWh/persona/año		
		T CO _{2e} /año	Cuantificar las reducciones de emisiones de gases con efecto invernadero debido a la implementación de las medidas ambientales	

Continuación Cuadro B.1.1.

Consumo de Agua	Reducir el consumo de agua	Disminuir el consumo per cápita de agua en 3%	m ³ /año	Instalar equipos de uso eficiente del recurso hídrico
				Campanas de uso eficiente del recurso hídrico
			m ³ /persona/año	Capacitación de uso eficiente del recurso hídrico
				Finalizar el plano del alcantarillo de la institución
				Registrar el consumo de agua de la institución.
			m ³ /año m ³ /persona/año	Realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos
				Controlar los medidores internos de la institución
			Instalar medidores de agua en los edificios.	
Generación de Aguas Residuales	Mantener el adecuado manejo de las aguas residuales de la institución	Cumplir con el Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales	m ³ /día	Mantener la adquisición de productos de limpieza con menos impacto ambiental
			pH	Realizar extracción de lodos de las plantas de tratamientos.
			°C	Asegurar la existencia de recurso humano y económico para la operación de la planta de tratamiento
			mg DBO/L	Realizar los reportes operacionales
			mg DQO/L	
Consumo de Papel	Reducir el consumo de papel	Disminuir el consumo de papel en 10%	Resmas/año	Incluir criterios ambientales en la compra de papel
				Incluir criterios ambientales en la compra de impresoras
				Establecer diferenciado para copias simples o dúplex
			Hojas/persona/año	Establecer e implementar una estrategia de reducción de uso de papel
				Dar seguimiento a la implementación de la firma digital
				Directriz de instalación de impresoras centralizadas
				Registrar el consumo de papel de la institución

Continuación Cuadro B.1.1.

Generación de Residuos Sólidos (Ordinarios, peligrosos, y de manejo especial)	Disminuir la generación de residuos sólidos	Disminuir en un 5% la generación de residuos sólidos. Aumentar en un 10% la cantidad de residuos valorizables recolectados per cápita	kg papel/año	Diseñar e implementar un plan de mejora en la gestión de los residuos sólidos.
			kg plástico/año	Adquirir más baterías de reciclaje.
			kg vidrio/año	Tratar los residuos sólidos con gestores autorizados.
			kg cartón/año	Capacitar a la comunidad para una mejor separación de residuos.
			kg aluminio/año	
	Disminuir la generación de residuos sólidos	Disminuir en un 5% la generación de residuos sólidos. Aumentar en un 10% la cantidad de residuos valorizables recolectados per cápita.	kg tetra pack/año	Directriz de eliminación de plástico de un solo uso.
			kg no valorizables/mes	
			kg papel/año	Elaborar un manual para la correcta separación de los Residuos.
			kg plástico/año	Mejorar la recolección de los residuos orgánicos.
			kg vidrio/año	Implementar tratamiento de compostaje para los residuos orgánicos.
Determinar la exposición a sustancias peligrosas específicas de los funcionarios correspondientes	Medir el 60% de las exposiciones de sustancias clasificadas 1 y 2ª según IARC en los sitios selectos	kg cartón/año	Registrar la generación de residuos sólidos.	
		kg aluminio/año		
		kg electrónicos/año	Determinar los sitios que poseen sustancias tipo 1 y 2ª (IARC) en la Institución	
		kg tetra pack/año	Realizar las mediciones de concentración ambiental en los lugares respectivos en comparación con TLVs	
		kg no valorizables/mes	Identificar los sitios con mayor riesgo de accidente químico	
Disminuir los niveles de riesgo de accidente químico en sitios donde se manipulen o almacenen sustancias químicas	Reducir un 40% el nivel de riesgo de accidente químico en las instancias de mayor vulnerabilidad		Desarrollar medidas que disminuyan o mitiguen el riesgo de accidente químico	
Compras sostenibles	Aumentar la inclusión de criterios ambientales en las compras	Incluir en al menos 4 tipos de productos y servicios criterios ambientales	No se cuenta con indicador	Incluir criterios ambientales en la contratación del servicio de catering, suministro de oficina, mobiliarios de oficina y otros
				Elaborar e implementar un Plan de Compras Sostenibles
				Capacitar sobre compras sostenibles y la inclusión de criterios ambientales en licitaciones
				Incentivar a los proveedores a incluir criterios ambientales en sus productos y servicios

Continuación Cuadro B.1.1.

Compras sostenibles	Aumentar la inclusión de criterios ambientales en las compras	Incluir en al menos 4 tipos de productos y servicios criterios ambientales	No se cuenta con indicador	Registrar los productos comprados con criterios ambientales
Construcciones Sostenibles	Elaborar un plan para la inclusión de criterios ambientales en el diseño de los edificios. Implementar las Especificaciones Técnicas Ambientales.	Incluir criterios ambientales en el diseño de los edificios a partir del 2018. Aplicar las Especificaciones Técnicas Ambientales en un 100% de las construcciones.	kg de residuos sólidos ordinarios no valorizables / m ² kg residuos especiales / m ² kg escombros / m ² kg papel / m ² kg cartón / m ² kg plástico / m ² kg madera / m ² kg metal / m ² kg chatarra / m ² m ³ agua / m ² kWh / m ²	Asistir a capacitaciones de construcciones sostenibles.
				Generar un manual de acciones o criterios ambientales a incluir egpun magnitud de la obra
				Dar seguimiento al cumplimiento de las Especificaciones Técnicas Ambientales.
				Dar seguimiento a las viabilidades ambientales.
				Dar seguimiento a los indicadores de generación residuos e insumos de las construcciones
Educación Ambiental	Sensibilizar y educar en materia ambiental a la comunidad institucional	Sensibilizar y educar al menos a un 50% de estudiantes primer ingreso, un 15% del total de estudiantes y un 50% de funcionarios	Personas capacitadas/año	Celebrar la semana del ambiente
				Sensibilizar e informar sobre temas ambientales mediante el correo institucional
				Sensibilizar e informar sobre temas ambientales mediante la página de Facebook
				Implementar la estrategia de comunicación
				Diseñar e implementar un programa de oficina consiente
				Capacitar a los funcionarios por medio de consejos de escuela y departamentos
Capacitar a estudiantes por medio de cursos				
				Cuantificar la cantidad de personas capacitadas