ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE LEED EN EL NUEVO EDIFICIO DE LA ADUANILLA DE PAIBA

ANDRÉS YESID GONZALEZ RUEDA
JIMMY ALEJANDRO MORALES VARGAS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2020

ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE LEED EN EL NUEVO EDIFICIO DE LA ADUANILLA DE PAIBA

ANDRÉS YESID GONZALEZ RUEDA
JIMMY ALEJANDRO MORALES VARGAS

Trabajo de grado para optar por el título de ingenieros civiles

Tutor
INGENIERO CESAR AUGUSTO GARCÍA UBAQUE

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2020

Nota de aceptación

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
Tutor

_____
Firma del jurado

Bogotá

Dedicatoria

Realizar este proyecto nos ha demandado mucho esfuerzo y dedicación. Queremos agradecer a los docentes de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por el continuo acompañamiento en nuestro tiempo como estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, sus consejos y enseñanzas fueron de mucho provecho para nuestra formación académica.

Agradecemos al Arquitecto Noé Gonzalez Bonilla por facilitarnos la información pertinente del proyecto Fase II Aduanilla de Paiba y por su continuo interés en el desarrollo de nuestro trabajo de grado.

Al ingeniero Cesar García Ubaque por guiarnos en el desarrollo de esta investigación, ya que gracias a él alcanzamos los objetivos propuestos.

Agradecemos a Dios y a nuestras familias por el apoyo incondicional que nos brindaron a lo largo de nuestra carrera.

Y finalmente a todas las personas que nos colaboraron de una u otra manera en la realización de este trabajo de grado.

Contenido

GLOSARIO 5
INTRODUCCIÓN 9
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 11
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 13
3. JUSTIFICACIÓN 13
4. OBJETIVOS 14
4.1. OBJETIVO GENERAL 14
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 15
5. MARCO DE REFERENCIA 15
5.1. MARCO CONTEXTUAL 15
5.2. MARCO DE ANTECEDENTES 18
5.2.1. LEED en el mundo 18
5.2.2. LEED en Colombia 19
5.3. MARCO TEÓRICO 21
5.3.1. Construcción sostenible 21
5.3.2. Certificaciones en construcción sostenible para edificaciones 24
5.3.3. Certificación LEED 26
6. CAPITULO I: ANALISIS DEL PROYECTO FRENTE A REQUERIMIENTOS DE LA CERTIFICACIÓN LEED 32
6.1. Requisitos Mínimos del Programa LEED 33
6.2. Crédito Proceso Integrado 34
6.3. Categoría Ubicación y Transporte 34
6.4. Categoría: Sitios Sustentables 44
6.5. Categoría: Uso Eficiente del Agua 50
6.6. Categoría: Energía y Atmósfera 56
6.7. Categoría: Materiales y Recursos 65
6.8. Categoría: Calidad Ambiental Interior 69
6.9. Categoría: Innovación 80
6.10. Categoría: Prioridad Regional 81
7. CAPITULO II: EVALUACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DE LA CERTIFICACIÓN LEED 83
7.1. Costos adicionales para obtener la certificación 83

7.1.1. Costos para nivel certificado 86
7.1.2. Costos para nivel plata 88
7.2. Costos del proceso de certificación ante el ente certificador 91
7.3. Costo total de inversión por la certificación LEED 92
7.4. Beneficios de la certificación 93
8. CAPITULO III: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA CERTIFICACIÓN LEED PARA EL PROYECTO 97
8.1. Ventajas para el proyecto 97
8.1.1. Incentivos tributarios de la Resolución 463 de 2018. 97
8.1.2. Impactos ambientales con la implementación de la certificación LEED 100
8.1.2.1. Calidad del aire al interior del edificio 100
8.1.2.2. Eficiencia del agua 101
8.1.3. Reducción en costos de operación e incremento del confort 102
8.2. Desventajas 105
CONCLUSIONES 107
RECOMENDACIONES 109
Referencias 111
ANEXOS 114
Anexo A: Lista de chequeo LEED BD+C. v4 del proyecto 114
Anexo B: Calculador del uso de agua en interiores 115
Anexo C: Resumen de créditos y prerrequisitos certificación LEED 118
Anexo D: Verificación densidades de potencia iluminación 132

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de países y regiones por área construida certificada LEED 19
Tabla 2. Números de ocupación por defecto en certificación LEED 39
Tabla 3. Cuadro de estacionamientos 41
Tabla 4 Cupos de estacionamiento 42
Tabla 5. Ratios bases para estacionamientos en certificación LEED 43
Tabla 6. Análisis áreas verdes del proyecto 46
Tabla 7. Análisis espacios abiertos del proyecto 47
Tabla 8. Línea base de consumo para equipos sanitarios 52
Tabla 9. Puntos por reducción en el uso de agua 52
Tabla 10. Referencias y consumos de aparatos sanitarios y del proyecto 53
Tabla 11. Porcentajes de ahorro con su respectivo puntaje 59
Tabla 12. Porcentaje de energía renovable y su respectivo puntaje 63
Tabla 13. Cantidad de sensores de C02 para el proyecto 73
Tabla 14. Prerrequisitos y créditos LEED en cumplimiento 85
Tabla 15. Prerrequisitos y créditos LEED posiblemente aplicables (Tal vez) 86
Tabla 16. Costos adicionales de medidas obligatorias a implementar 87
Tabla 17. Evaluación de medidas opcionales a implementar para nivel plata 89
Tabla 18 Costos adicionales de medidas opcionales para nivel plata 90
Tabla 19. Tarifas del ente certificador para proceso de certificación LEED 91
Tabla 20. Costos de revisión del proyecto (Combinado o divido por etapa) 92
Tabla 21. Resumen costos para obtener la certificación LEED 93
Tabla 22. Costo total por nivel de certificación y porcentaje de sobrecosto 93

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estado actual sede Aduanilla de Paiba 16
Ilustración 2. Sede Aduanilla de Paiba Fase II 17
Ilustración 3. Cifras de proyectos LEED en Colombia 20
Ilustración 4. Categorías de la certificación LEED 29
Ilustración 5. Niveles de certificación LEED 29
Ilustración 6. Lista de chequeo LEED 32
Ilustración 7. Ubicación del proyecto y sus alrededores 36
Ilustración 8. Medios de transporte urbano- Transmilenio 37
Ilustración 9. Zona parqueadero de bicicletas 38

Ilustración 10. Ubicación de cuartos de cambio con ducha bloque publicaciones 40
Ilustración 11. Paisajismo primer nivel y cubiertas (Techos verdes) 47
Ilustración 12. Iluminación exterior 50
Ilustración 13. Análisis de trayectoria solar (21 de diciembre, 10 am) 60
Ilustración 14. Elementos de control solar en fachada de la torre 60
Ilustración 15. Diseño sistema de paneles solares (Torre y auditorio) 64
Ilustración 16. Ubicación cuartos para manejo de residuos. 66
Ilustración 17. Comportamiento del viento planta 1 y corte general. 71
Ilustración 18. Planos distribución de aire Sotano1, Piso 1, Piso 3 y Piso 4 72
Ilustración 19. Simulación de iluminación natural diferentes niveles del proyecto 79
Ilustración 20. Render fachadas edificios del proyecto 80
Ilustración 21 Trámite ante UPME 99

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Espacios de bicicletas para visitantes 39
Ecuación 2. Espacios de bicicletas para ocupantes regulares 40
Ecuación 3. Duchas con cuarto de cambio 40
Ecuación 4. Calculo uso de agua por aparato sanitario 53
Ecuación 5. Porcentaje de ahorro respecto línea base 54

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Lista de chequeo LEED BD+C. v4 del proyecto 114
Anexo B: Calculador del uso de agua en interiores 115
Anexo C: Resumen de créditos y prerrequisitos certificación LEED 118
Anexo D: Verificación densidades de potencia iluminación 132

GLOSARIO

Aguas grises: Las aguas grises son las aguas generadas por procesos domésticos como el lavado de ropa, loza y el baño de las personas. (ESPAÑA, 2018)

Ambiente construido: Ambiente artificial que proporciona una estructural para la actividad humana (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Aire libre: Usualmente definido por regulaciones locales. En caso de no hacerlo, la definición va en función de propósito de cálculos LEED®, como el área total del sitio menos la huella del desarrollo; debe ser una superficie permeable y con vegetación, con excepciones descritas en los requerimientos del crédito. Únicamente se incluyen áreas a nivel de piso como área libre (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Calculo de costos del ciclo de vida: Proceso de cálculo de costos que considera tanto los costos de compra como los operativos, así como el ahorro relativo durante la vida del edificio o producto (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020)

Calidad del aire interior: Definido por el Estándar ASHRAE 62.1–2007, como la naturaleza del aire dentro de espacios que afecta la salud y el bienestar de los usuarios del edificio. Se considera aceptable cuando no hay contaminantes y al menos el 80% de los usuarios no expresan descontento (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020)

Calidad del ambiente interior: Condiciones dentro de un edificio, y su impacto sobre los ocupantes o residentes (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Clorofluorocarbono (CFC): Compuesto químico orgánico conocido por su alto potencial para destruir el ozono (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Comisionamiento o Commissioning (Cx): Proceso de verificación y documentación de que un edificio y todos sus sistemas y montajes están planificados, diseñados, instalados, probados, operados y mantenidos para cumplir con los requisitos del propietario del proyecto (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Crecimiento inteligente: Enfoque para el crecimiento que protege el área libre y las tierras cultivables, enfatizando el desarrollo con opciones de vivienda y transporte cerca de trabajos, tiendas y escuelas (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Crédito LEED®: Componente opcional del LEED® Green Building Rating System, cuyo logro resulta en la obtención de puntos hacia la certificación (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Desarrollo de bajo impacto: Método de selección de terreno que se enfoca en la construcción en sitios que han sido desarrollados previamente o donde existen brechas entre estructuras existentes (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Dióxido de carbono (CO^2): Entra a la atmósfera mediante la quema de combustibles fósiles (carbón, gas natural y petróleo) desechos sólidos, árboles, productos de madera y como resultado de reacciones químicas (producción de cemento). El dióxido de carbono es removido de la atmósfera cuando lo absorben las plantas como parte del ciclo de carbono (EPA, 2016).

Diseño pasivo: Planificación con la intención de aprovechar los elementos naturales tales como la luz solar para iluminación y el viento para calefacción y enfriamiento (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Edificación sustentable: El concepto de Edificación Sustentable ha venido desarrollándose a la par de la materialización del movimiento de desarrollo sustentable. La propuesta fue originalmente acuñada en los ochenta por la política noruega Gro Harlem Brundtland para la Organización de las Naciones

Unidas y se refiere a preservar los recursos actuales para futuras generaciones (BEA, 2019).

Edificación verde: Proceso para alcanzar niveles cada vez más altos de desempeño en el ambiente construido, que crea comunidades más vitales, espacios interiores y exteriores más saludables y una mayor conexión con la naturaleza. El movimiento de edificios verdes/ecológicos lucha para lograr un cambio permanente en el diseño, planificación, construcción y prácticas, para dar pie a ambientes construidos de menor impacto, más sustentables y fundamentalmente regenerativos (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Eficiencia energética: Reducción en el uso de energía para realizar la misma cantidad de trabajo que la línea base (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Emisión de gases: Emisión de compuestos orgánicos volátiles (VOC) a partir de productos sintéticos y naturales (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Energía alternativa: Es un sinónimo para energía limpia, energía verde o energía renovable. Se consideran alternativas todas aquellas que provienen de recursos naturales y de fuentes inagotables, todas aquellas que, al producirlas, no contaminan. (ENERGIA, 2016).

Energía fotovoltaica: Electricidad de células /celdas fotovoltaicas que convierten la energía solar en electricidad (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Energía renovable: Recursos energéticos que se renuevan de forma natural como la biomasa, energía hidráulica, energía geotérmica, energía solar, energía eólica y energía que proviene de la acción de las olas y las mareas (EPA, 2016).

Enfoque de ciclo de vida: Considerar todas las etapas de un proyecto, producto o servicio, sumando la dimensión de longevidad al pensamiento de sistemas en su conjunto (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Flush-out: Operación de los sistemas mecánicos durante un mínimo de dos semanas utilizando 100% del aire externo al final de la construcción y previo a la ocupación, para garantizar la calidad segura del aire en el interior (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Ingeniería de valor: Proceso de revisión formal del diseño de un proyecto contra su función deseada, para identificar las alternativas potenciales que reducen los costos y mejoran el rendimiento (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Modelo energético: Representación generada en computadora sobre el consumo de energía anticipada de un edificio. Permite realizar una comparación entre la propuesta de medidas de eficiencia energética contra el modelo base (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Prerrequisito LEED ®: Componente requerido por el LEED® Green Building Rating System cuya obtención es obligatoria y no otorga ningún punto (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

USGBC: El United States Green Building Council (USGBC) o Consejo de Edificios Verdes de Estados Unidos, es una organización sin fines de lucro que impulsa la implementación de prácticas de excelencia en el diseño y construcción sustentable. (USGBC, U.S.GREEN BUILDING COUNCIL, 2020).

Vegetación adaptable: Plantas no nativas, introducidas, que crecen bien en un hábitat con mínima protección en invierno, control de plagas, fertilización o riego una vez establecido su sistema de raíces. Las plantas adaptadas se consideran de bajo mantenimiento y no invasivas (USGBC, USGBC, 2020).

INTRODUCCIÓN

La construcción y todo el conjunto de actividades que la componen, es una de los sectores de la economía y el desarrollo que más impacto ambiental genera en todo aspecto, situación que ha venido aumentando en los últimos años debido a que los proyectos son cada vez más grandes e imponentes, lo que arroja como resultado la generación de residuos y el uso desmedido de los recursos naturales, entre otros resultados muy negativos y constantes que son el denominador común en los últimos tiempos. A pesar de esto, a la par del crecimiento de la construcción ha venido surgiendo una tendencia y modo de desarrollo que busca el equilibrio entre el entorno y las actividades del ser humano en este sector, denominado construcción sostenible que ha permeado la manera en que las edificaciones son concebidas en la actualidad, surgiendo así sistemas de certificación y evaluación bajo criterios como los que propone LEED.

La certificación internacional en construcción sostenible LEED es una de las más importantes en el mundo, que ha sido desarrollada como un compendio de parámetros basados en estándares, normativas, tendencias, buenas prácticas en diseño y construcción en torno a la sostenibilidad y su aplicación a las edificaciones, desde edificios de oficinas, pasando por residencias y hospitales, hasta los edificios gubernamentales e institucionales, siendo este último uno de los ejes tratados en el presente trabajo, desde la óptica de la posibilidad de alcanzar dicha certificación para una proyecto institucional de índole académica y publica, como el que planea desarrollar la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas en la sede Aduanilla de Paiba.

El interés en desarrollar un estudio de aplicación de la certificación LEED en un este edificio es la expansión del conocimiento de la construcción sostenible a la universidad como institución pública para mostrar que es posible lograr este tipo de sellos en nuevos edificios y contribuir al cambio de mentalidad en la creación de proyectos de edificación apuntando hacia una tendencia global y real como la sustentabilidad. Por otro lado, el uso de este tipo de certificaciones, garantiza a futuro en la operación de los edificios, ahorros en

consumos de energía y agua potable, así como se garantizan espacios de bienestar con confort para los usuarios y ocupantes. En conjunto, estos beneficios pueden traducirse en reducción de costos de operación y mantenimiento, aumento del valor de la propiedad, mejor imagen frente al mercado y el público en general, obtención de beneficios monetarios con el estado, así como contribución a la lucha por el cambio climático y el daño al medio ambiente desde el sector de la construcción.

Un análisis total del proyecto a desarrollar en la sede Aduanilla de Paiba, respecto a los requerimientos obligatorios y opcionales de la certificación en cuanto a parámetros de diseño y construcción, como el que propone y ejecuta el presente trabajo en la modalidad de monografía, permitirá obtener un panorama de la posición del proyecto frente a un eventual proceso de certificación, permitiendo conocer los parámetros que se están cumpliendo y los que no, así como las medidas a tomar para subsanar lo que no se esté logrando y el impacto financiero que tendrían las modificaciones o añadiduras y los beneficios a futuro en operación que puede traer el haber usado la certificación LEED como herramienta en desarrollo sostenible. A partir de todo lo anterior se generarán conclusiones y recomendaciones que podrán servir para tomar decisiones en este proyecto y como punto de partida para próximos proyectos a desarrollar.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente el interés en identificar, manejar y reducir los múltiples aspectos e impactos ambientales derivados del sector de la construcción ha aumentado, consecuentemente han surgido herramientas e instrumentos que pretenden gestionar sosteniblemente los aspectos ambientales en cada uno de los procesos de la construcción, debido a lo indispensable que es la misma para la sociedad y su desarrollo, es también uno de los principales responsables de grandes impactos negativos como la generación masiva de residuos de todo tipo, contaminación en los componentes ambientales, transformación del entorno y uso considerable de recursos naturales como el agua y la energía.

Entre las alternativas que han surgido para lograr mitigar el impacto que genera el desarrollo de proyectos de construcción, existen compendios de procesos, normativas y esquemas de diseño, prácticas constructivas entre otros temas que giran en torno a la sostenibilidad. De esta manera diferentes entidades internacionales han denominado "Certificaciones en construcción sostenible" a este compendio de estrategias, dentro de las cuales se encuentra el sistema de certificación LEED (Liderazgo en energía y diseño ambiental), uno de los más reconocidos e importantes a nivel mundial.

El gremio de la construcción sigue en auge y desarrollo en Colombia en proyectos de diferentes tipos y así mismo este mercado ha optado por perseguir la sostenibilidad, haciendo que en los últimos años el número de edificaciones sostenibles tras una certificación LEED haya incrementado de manera considerable, mostrando el interés de una transformación social que adopte de forma responsable su compromiso frente al reto del cambio climático. Dicho desarrollo ha abarcando todos los segmentos del mercado de la construcción como el residencial, el comercial y el institucional o educacional, siendo este último en su mayoría del sector privado, lo que hace pensar que la construcción sostenible y específicamente la certificación LEED no ha llegado al nivel del sector público en proyectos institucionales dedicadas al sector de la educación primaria, secundaria (colegios) y profesional (universidades)

De esta manera, es imperativo que construcciones institucionales del sector público tal como lo son las universidades principalmente, den un ejemplo de la vinculación de la certificación LEED y de sus beneficios, puesto que en primera instancia hay un desconocimiento en general de su existencia y manera de implementar, y algunos tabúes o paradigmas sobre la implementación de la certificación como los sobrecostos dentro del presupuesto, modificaciones en la programación y reprocesos en diseños, además de verla como un proceso complejo, difícil para acceder y obtener desde cualquier sector de la economía y para cualquier tipo de proyecto. Así pues, la problemática radica en que la universidad pública, en específico la Universidad Distrital no tiene implementado en alguno de sus edificios administrativos o académicos, existentes o proyectos nuevos en cualquiera de sus sedes, el sistema de certificación LEED, para lo cual se propone como un avance importante en la infraestructura de esta institución educativa analizar la implementación de la certificación en construcción sostenible LEED en un proyecto nuevo como el nuevo edificio de la sede Aduanilla de Paiba en la fase II de su desarrollo.

El movimiento de la construcción sostenible ofrece una oportunidad sin precedentes para responder a los retos más importantes de nuestro tiempo, entre los que se destacan el cambio climático global, la dependencia de fuentes no sostenibles y costosas de energía, y las amenazas para la salud. (USGBC, 2014). Sin embargo, para certificar una edificación se requiere de un enorme esfuerzo económico y técnico, siendo fundamental, para las organizaciones que deseen involucrarse en esta tarea, conocer los beneficios y los costos que se desprenderán de tal decisión; claro esta antes de embarcarse en el proceso y con el objetivo de determinar si es conveniente o pertinente acceder a una certificación. En términos generales, se asume que al certificar una edificación los beneficios serán mayores a los costos, a partir de las hipótesis del bienestar de los ocupantes, el uso eficiente de los recursos naturales, la disminución en los costos operacionales, entre otras. No obstante, es necesario contar con la cuantificación tanto de los costos como de los beneficios para sostener mejor la toma de decisiones, estima el éxito o fracaso del proyecto y justificar la pertinencia de la certificación ambiental.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es viable ambiental, financiera y técnicamente implementar la certificación de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental LEED para el nuevo edificio de la sede Aduanilla de Paiba en la fase II de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas?

3. JUSTIFICACIÓN

El sector de la construcción es, sin duda protagonista en el desarrollo de las sociedades, ya que es responsable directo de la creación de infraestructura de vivienda, transporte, instalaciones sanitarias, entre otros proyectos, en las que se gesta la cultura y el crecimiento económico de la humanidad. A pesar de su importancia para el crecimiento, la práctica constructiva es, además, uno de los principales actores en el proceso de modificación del planeta y de contaminación, pues es un gran consumidor de recursos y generador de desechos.

La materialización de proyectos sostenibles a través de un sistema de certificación ha aportado significativamente a la optimización de recursos en el sector de la construcción. De esta manera, en la actualidad la mayoría de los proyectos de construcción sin importar su tipo, están siendo direccionados hacia la sostenibilidad, por tal razón es importante que instituciones educativas del sector público como la Universidad Distrital comiencen a implementar y definir estrategias para sus proyectos que estén orientadas a un desarrollo sostenible y amigable con el medio ambiente tal como lo ofrece la certificación LEED.

Actualmente la Universidad Distrital no cuenta con un proyecto certificado o en proceso de certificación bajo los lineamientos que propone LEED, mientras que muchas instituciones educativas privadas cuentan con varios de sus edificios certificados o en proceso de certificación, siendo LEED uno de los sistemas de certificación en construcción sostenible más reconocido e importante a nivel mundial.

La no implementación de un sistema de certificación en construcción sostenible como LEED en los proyectos de la Universidad Distrital puede deberse a diferentes factores entre los cuales se encuentra la desinformación acerca del tema, la visión del proceso como algo complejo e inalcanzable y los altos sobrecostos que posiblemente puede representar su aplicación. Por tal razón se propone tomar como caso de estudio el nuevo edificio de la fase II de la sede Aduanilla de Paiba, para realizar un análisis técnico y económico completo con la intención de demostrar que es posible aplicar la certificación LEED en los proyectos de la universidad y del sector público. La investigación y el proceso de diagnóstico ayudarán también a dejar los lineamientos y recomendaciones para que futuros proyectos de edificaciones puedan tomar como ejemplo el edificio de la fase II e implementar la certificación LEED.

Sin embargo, siempre que se va a realizar una inversión, está presente el dilema y la incertidumbre de si es mejor invertir en una opción o en otra. Cada opción trae consigo ventajas y desventajas, las cuales hay que evaluar profundamente para decidir cual permite un menor costo de oportunidad. Por tal motivo, se realizara una evaluación que determine la viabilidad de la implementación de la Certificación LEED y de esta forma proporcionar información concreta de utilidad práctica para la toma de decisiones a nivel administrativo.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la implementación de la certificación en construcción sostenible LEED en el nuevo proyecto de la sede Aduanilla de Paiba para establecer su viabilidad técnica y económica como referencia en construcción sostenible dentro de la Universidad Distrital.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el estado del proyecto frente a los requerimientos obligatorios y opcionales que componen la certificación LEED.
- Revisar el impacto económico dentro del presupuesto que puede tener la implementación de la certificación LEED y sus requerimientos.
- Determinar las ventajas y las desventajas de la certificación LEED para el proyecto.

5. MARCO DE REFERENCIA

A continuación, se exponen varios factores tomados en cuenta para el desarrollo de la investigación, centrados en el proyecto a estudiar y la certificación LEED como sistema de calificación de construcción sostenible.

5.1. MARCO CONTEXTUAL

La construcción sostenible es una tendencia que va tomando fuerza conforme van pasando los años, de manera que ha llegado a varios sectores y tipos de edificaciones. Un edificio institucional perteneciente a una entidad de educación superior como lo es el nuevo proyecto de la Aduanilla de Paiba de la Universidad Distrital, es el eje de estudio y enfoque del trabajo a desarrollar, todo desde la perspectiva de la construcción verde y el sistema de certificación LEED.

La sede Aduanilla de Paiba, es un proyecto de renovación urbana a cargo de la Universidad Distrital en un esfuerzo por la restauración, preservación y transformación de bienes de interés histórico y cultural hacia el interés académico y público. El predio donde se planea desarrollar el proyecto, hizo parte del sitio que anteriormente era conocido como el matadero distrital, en la localidad de Puente Aranda en la ciudad de Bogotá, ubicado entre las calles 12 y 13 a la altura de las carreras 31 y 32, un sector muy transitado e importante debido a la zona industrial que allí existe. El desarrollo a implementar allí se ha pensado desde el eje de la preservación y el correcto empalme con el entorno

espacial y urbanístico, disponiendo así dos fases de ejecución del proyecto: en la primera fase, la reutilización de edificios existentes para la creación de la biblioteca y centro cultural "Ramón D'Luz Nieto", el primer observatorio astronómico de la universidad y un par de edificaciones de usos varios (cafetería, cuartos técnicos, entre otros) y la segunda fase por desarrollar en el patio de reses que corresponde a edificaciones nuevas completamente para hacer uso productivo del el espacio y terreno disponible para construir.

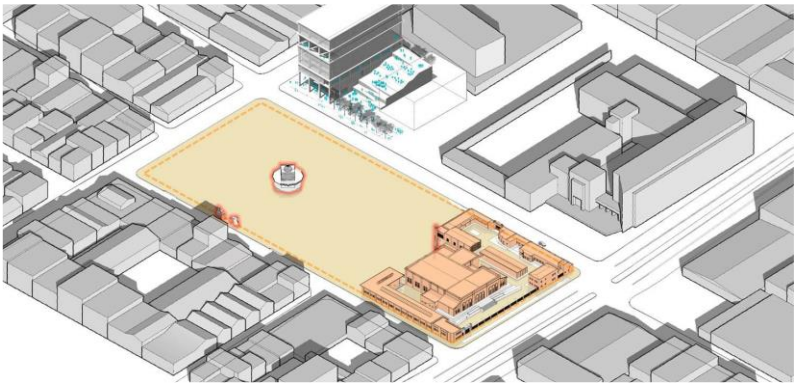


Ilustración 1. Estado actual sede Aduanilla de Paiba
Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Informe y memoria descriptiva diseños arquitectónicos [Figura].

La fase dos del proyecto tiene una extensión de 73.017m^2 destinados para la instalación de varias dependencias de la institución como rectoría, dependencias administrativas, aulas de clase, áreas de apoyo para actividad docente, laboratorios, oficinas y salas de reunión para grupos de investigación, teatro y auditorios múltiples, entro otros, así como áreas complementarias para el funcionamiento normal del proyecto como parqueaderos y cuartos técnicos. Por su ubicación en un sector de renovación urbana y dentro de un predio considerado bien de interés cultural y patrimonial, fue necesario acoger las disposiciones del distrito en cuanto a la regulación y manejo de dicho espacio urbanístico, para determinar índices de construcción, alturas permitidas, áreas de cesión y espacio público, volumetría e integridad del patrimonio.

El concepto del proyecto plantea un conjunto inicial de cuatro edificaciones de 15m de altura cada, rodeando el observatorio existente en la zona y una torre de 14 pisos apoyada sobre los bloques del costado sur desde el piso 3 para lograr un gran volumen de 17 niveles; entre las edificaciones existirán espacios

de circulación peatonal para la conexión de los diferentes bloques los cuales estarán dotados de vegetación. Actualmente, el proyecto cuenta con un completo estudio de consultoría que incluye los diseños de diferentes especialidades como arquitectura, iluminación, bioclimática, paisajismo, estructura entro otros, y una maqueta que materializa completamente el concepto a implementar con el proyecto en el sitio de desarrollo. (DISEÑAR, 2019)

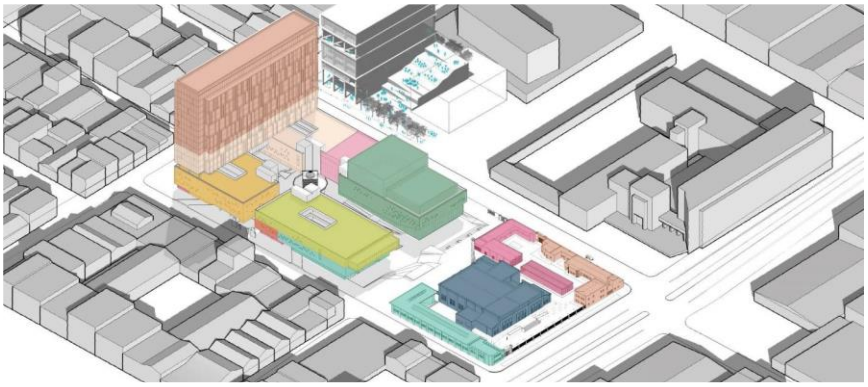


Ilustración 2. Sede Aduanilla de Paiba Fase II

Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Informe y memoria descriptiva diseños arquitectónicos [Figura].

Dadas las características que presenta este proyecto en cuanto a diseño, concepto e importancia dentro del desarrollo de la infraestructura física y lo que esto implica dentro de la Universidad Distrital, se hace pertinente llevarlo al campo de la construcción sostenible, con la intención de crear un cambio en el modo de concebir proyectos yendo más allá de lo estipulado en el diseño y construcción convencional, vinculando estrategias y lineamientos que pueden ayudar a reducir el impacto en el entorno, tal como lo ofrece la certificación LEED. Es sabido que las edificaciones recientes diseñadas y construidas por la institución no han contado con una orientación y direccionamiento hacia los requerimientos de un sistema de evaluación en construcción verde, desaprovechando así el potencial en materia de sostenibilidad que pueden llegar a tener los proyectos.

Por tal razón, la presente investigación es centrada en un análisis detallado de los requerimientos de la certificación LEED para edificios institucionales tomando como caso de estudio particular el proyecto a desarrollar por la

Universidad Distrital Francisco José de Caldas como institución de educación superior pública en la sede Aduanilla de Paiba. De esta manera es posible determinar el impacto económico y técnico que puede llegar a tener dicha certificación en todo lo que ya ha sido concebido para el proyecto, los beneficios que puede traer el uso de estas certificaciones y servir como punto de apoyo para próximos proyectos de la universidad en cuanto a construcción sostenible.

5.2. MARCO DE ANTECEDENTES

5.2.1. LEED en el mundo

Los proyectos LEED se pueden encontrar desarrollándose en cerca de 140 países alrededor del mundo en seis de los sietes continentes, en el momento no se están llevando a cabo proyectos en la Antárctica.

El USGBC dio a conocer por medio de un artículo el ranking internacional de los 10 países que lideran las certificaciones LEED, fuera de los EEUU. China continental encabeza la lista con más de 68 millones de m2 brutos. La lista reconoce los mercados que utilizan LEED para crear espacios más saludables para las personas, además de usar menos energía y agua, reducir las emisiones de carbono y ahorrar dinero para las familias y empresas. Los principales países y regiones cuentan con casi 7.800 certificados y más de 210 millones de m2 brutos de espacio.

“Durante los últimos 25 años, LEED ha desempeñado un papel clave en los esfuerzos de sostenibilidad en todo el mundo”, dijo Mahesh Ramanujam, presidente y CEO de USGBC y Green Business Certification Inc. (GBCI), el organismo de certificación global para proyectos LEED. “Los 10 países y regiones principales representan una comunidad global de compañías dedicadas a miembros de USGBC y profesionales de la construcción ecológica que se comprometen a mejorar nuestra calidad de vida. Un futuro mejor requiere un estándar de vida universal que no deje a nadie atrás, y ese futuro

simplemente no sería posible sin el trabajo extraordinario que se realiza en estos países". (CONSTRUIBLE, 2019)

La lista clasifica a los países y regiones en términos de m2 brutos certificados LEED a 31 de diciembre de 2018. LEED, o Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental, es el programa de construcción ecológica más utilizado del mundo con 96.275 proyectos registrados y certificados en más de 167 países y territorios. Las clasificaciones completas son las siguientes:

Ranking	Country/Region	Number of Projects	Gross Square Meters*
1	Mainland China	1,494	68.83
2	Canada	3,254	46.81
3	India	899	24.81
4	Brazil	531	16.74
5	Republic of Korea	143	12.15
6	Turkey	337	10.90
7	Germany	327	8.47
8	Mexico	370	8.41
9	China, Taiwan	144	7.30
10	Spain	299	5.81
**	*United States*	*33,632*	*441.60*

Tabla 1. Clasificación de países y regiones por área construida certificada LEED
Fuente: Construible (2019) recuperado de: https://www.construible.es [Tabla].

Mientras que en América Latina el desarrollo de edificios verdes se dio gracias a que crecieron las exportaciones de varios países como Brasil, México, Uruguay, Chile, Argentina, Colombia y Perú, exportaciones que crecieron a niveles históricos y además gracias a que la construcción no penetró tanto al producto interno bruto de los países mencionados. Los cinco países de Latinoamérica con más metros cuadrados certificados LEED son: Brasil, México, Argentina, Chile y Colombia.

5.2.2. LEED en Colombia

En Colombia hay 55 edificios certificados, 9 estándar, 3 en la categoría platino, 24 en oro y 19 en plata. El número de certificaciones aumenta de manera

rápida, pues hay numerosas obras registradas en búsqueda de certificación. (CONSTRUYORED, 2015)

Por ciudades, Bogotá es la primera en cantidad de obras verdes, seguida de Medellín, Cartagena y Barranquilla. En Colombia se ha aprobado recientemente una reglamentación sobre Construcción Sostenible, a partir de 2016, las nuevas edificaciones tendrán una infraestructura verde. El nuevo código, anunciado por el Ministerio de Vivienda, incorpora parámetros de sostenibilidad ambiental y establece porcentajes de ahorro en agua y energía.

Las estadísticas de proyectos certificados LEED en Colombia actualmente son:



Ilustración 3. Cifras de proyectos LEED en Colombia
Fuente: Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (2018), Estadísticas LEED en Colombia [Figura]. Recuperado: https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/

Distribuidos de la siguiente manera:

- Platino: 16 proyectos. 298.079m^2
- Oro: 72 proyectos. 1.162.237m^2
- Plata: 41 proyectos. 661.889m2
- Certificado: 22 proyectos. 192.211m^2 (CCCS, 2018)

En instituciones universitarias Colombia cuenta solo con los siguientes proyectos:

- Centro Cívico Universidad de los Andes (Bogotá), el cual cuenta con una precertificación LEED v4 nivel Plata, adquirida en febrero de 2020.

- Edificio Auditorio Universidad Gran Colombia (Bogotá), el cual se encuentra en proceso de certificación LEED v4.
- Edificio Bloque 4 Universidad Pontificia Bolivariana (Montería), el cual se encuentra en proceso de certificación LEED v3 2009.
- Edificio Ingeniería Etapa 2 Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín), el cual se encuentra en proceso de certificación LEED v3 2009.
- Edificio Admisiones Universidad del Atlántico (Barranquilla), el cual se encuentra en proceso de certificación LEED v3 2009. (USGBC, USGBC, 2020)

5.3. MARCO TEÓRICO

5.3.1. Construcción sostenible

De acuerdo con la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency) la construcción sostenible, construcción verde o construcción ecológica es la práctica de crear estructuras y usar procesos que son ambientalmente responsables y eficientes en el uso de recursos durante todo el ciclo de vida de un edificio, desde la ubicación hasta el diseño, la construcción, la operación, el mantenimiento, la renovación y la deconstrucción. Esta práctica amplía y complementa las preocupaciones clásicas de diseño de edificios en cuanto a economía, utilidad, durabilidad y comodidad y también se conoce como una construcción de alto rendimiento. (EPA, 2016)

También, un edificio verde conforme lo define el Consejo Mundial de Construcción Sostenible (World Green Building Council), es un edificio que en su diseño, construcción u operación, reduce o elimina los impactos negativos y puede generar impactos positivos en el clima y entorno natural. Los edificios verdes preservan recursos naturales valiosos y mejoran la calidad de vida de los seres humanos. (COUNCIL W. G., 2020)

Existen una serie de cualidades y características que un edificio sostenible o "verde" puede tener, como lo son:

- Uso eficiente de la energía, el agua y otros recursos.
- Uso de energías renovables, como la energía solar.
- Medidas de reducción de contaminación y producción de residuos, y la habilitación de la reutilización y el reciclaje.
- Buena calidad ambiental del aire interior
- Uso de materiales no tóxicos, éticos y sostenibles.
- Consideración del medio ambiente en el diseño, construcción y operación.
- Consideración de la calidad de vida de los ocupantes en diseño, construcción y operación.
- Un diseño que permite la adaptación a un entorno cambiante.

El desarrollo de las diferentes estrategias y características que pueden tener los edificios verdes, han traído como consecuencia resultados positivos traducidos en beneficios que pueden ser proyectados a la construcción sostenible en general que impactan positivamente el medio ambiente, la economía y la sociedad. (COUNCIL W. G., 2020)

Los edificios sustentables pueden reducir e incluso eliminar los impactos negativos en el medio ambiente, debido a la reducción en el uso de agua, energía y/o recursos naturales y esto puede ser observado a un nivel macro y a un nivel micro, entre los cuales están:

- Mejora y protege la biodiversidad y los ecosistemas.
- Mejora la calidad del aire y del agua.
- Reduce las corrientes de residuos
- Conserva y restaura los recursos naturales.

La construcción sostenible ofrece diversos beneficios económicos que son de ayuda para varios actores del mercado:

- Reduce los costos operativos
- Crea, expande y da forma a mercados para productos y servicios ecológicos.
- Mejora la productividad de los ocupantes
- Optimizar el rendimiento económico del ciclo de vida

Los beneficios de la construcción sostenible van más allá de la economía y el medio ambiente, y también han demostrado tener impactos sociales positivos. Muchos de estos beneficios están relacionados con la salud y el bienestar de las personas que ocupan las edificaciones:

- Mejora la comodidad y la salud de los ocupantes
- Aumenta las cualidades estéticas.
- Minimiza la presión sobre la infraestructura local
- Mejora la calidad de vida en general

Algunos de los criterios básicos que se tienen en cuenta dentro de la concepción de la construcción sostenible de edificaciones son los que tienen que ver con el grado de ocupación del territorio, aportación del cambio climático, variación del ciclo natural del agua, modificación del ciclo de los materiales y calidad de los espacios habitables. Existe una variedad de estrategias y parámetros que ayudan a lograr un edificio verde:

- Adoptar un enfoque inteligente de la energía, minimizando el uso de energía en todas las etapas del ciclo de vida de un edificio e integrando tecnologías renovables y bajas en carbono para satisfacer las necesidades de energía de los edificios.
- Salvaguardar los recursos hídricos, explorando formas de mejorar la eficiencia y el manejo del agua potable y las aguas residuales, recolectar agua para uso seguro en interiores de formas innovadoras y, en general, minimizar el uso de agua en los edificios.
- Minimizando el desperdicio y maximizando la reutilización, usando menos materiales, más duraderos y generando menos desperdicios, además de tener en cuenta la etapa final de la vida útil de un edificio al diseñar para la recuperación y reutilización de desperdicios de demolición y paralelamente involucrar a los usuarios del edificio en la reutilización y el reciclaje.
- Promover la salud y el bienestar, proporcionando buena calidad de aire interior a través de la ventilación y evitando materiales y productos químicos que generan emisiones nocivas o tóxicas. Así mismo, incorporando luz natural y vistas, el aislamiento acústico adecuado y la

temperatura interior de confort para garantizar la comodidad de los usuarios del edificio.

- Manteniendo nuestro medio ambiente verde, reconociendo que nuestro entorno urbano debe preservar la naturaleza y garantizar la protección o mejora de la diversidad de la vida silvestre y la calidad de la tierra.
- Crear estructuras resistentes y flexibles, adaptándonos a nuestro clima cambiante, garantizando la resistencia a eventos como inundaciones, terremotos o incendios y anticipando cambios en su uso a lo largo del tiempo para evitar la necesidad de demoler, reconstruir o renovar significativamente los edificios.
- Conectando comunidades y personas, creando entornos diversos que conecten y mejoren las comunidades, que aseguren el transporte y la distancia a los servicios, reduciendo el impacto del transporte personal en el medio ambiente y fomentando opciones ecológicas como caminar o andar en bicicleta.
- Considerando todas las etapas del ciclo de vida de un edificio, buscando reducir los impactos ambientales y maximizar el valor social y económico durante todo el ciclo de vida de un edificio (desde el diseño, construcción, operación y mantenimiento, hasta la renovación y eventual demolición).

5.3.2. Certificaciones en construcción sostenible para edificaciones

El desarrollo del sector industrial y de la construcción durante las últimas décadas siglo XIX trajo consigo consecuencias e impactos alarmantes en el medio ambiente, lo que impulso la creación de estrategias en ahorro energético y agua dentro de las cumbres mundiales en torno al desarrollo económico y el medio ambiente, con lo que paulatinamente el concepto de sustentabilidad fue permeando para establecer lo que hoy se conoce como "Desarrollo Sostenible" y los objetivos que lo componen. Así pues, la construcción fue involucrando la sustentabilidad y tomando cartas sobre el asunto respecto al su impacto que genera, surgiendo con el transcurso del tiempo la construcción verde. (ECOHABITAR, 2019)

De la mano de la construcción sostenible, surgieron diferentes sistemas de certificación ambientales para edificaciones como herramientas para materializar de manera voluntaria la calidad ambiental en todos los estados de un proyecto, haciendo que su contribución fuera más allá de la identificación del comportamiento ambiental de un edificio, sino que también pudiera intervenir buscando puntos de mejora.

Las certificaciones ambientales nacen de la necesidad que tienen las edificaciones y el sector de la construcción en general de involucrarse en la lucha por el cambio climático y el cambio de mentalidad hacia prácticas sostenibles que minimicen impactos con la finalidad de identificar el comportamiento que tienen los edificios ambientalmente durante su ciclo. Los sistemas de certificación usualmente están compuestos por una selección de estrategias aplicables con medibles a través de un compendio de indicadores que van asociados con una valorización en aspectos ambientales, sociales o económicos en torno a la sostenibilidad y a su relación con las edificaciones. Dichos parámetros o indicadores de sustentabilidad, son medidos y observados de manera que describan un impacto en el medio ambiente.

Por otro lado, dentro del desarrollo de la certificación existen generalmente tres actores principales: el proyectista, quien tiene la necesidad de implementar medidas de sustentabilidad, el consultor que asesora al proyecto en cuanto al proceso de certificación y la manera de implementar medidas de sustentabilidad, y el ente certificador, quien revisa y avala que todo este correctamente implementado para emitir la certificación. Las certificaciones están caracterizadas por un proceso de certificación y una metodología de evaluación, que consiste en la entrega de la documentación elaborada por el proyectista y el asesor como soporte de los resultados de cada indicador de evaluación obtenidos por el edificio ante el ente certificador. El método de valoración puede estar basado en diferentes planteamientos, de acuerdo a la definición del ente certificador, entre los cuales evalúan aspectos de sostenibilidad que giran en torno a la eficiencia energética, el uso del agua, la energía embebida en materiales, ciclo de vida del edificio y flexibilidad de uso, con otros temas propios de la sustentabilidad como el confort, el bienestar social y la economía local, entre otros. Generalmente, el modelo de evaluación

se ve reflejado en un sistema cualitativo de puntajes o logros obtenidos que va acompañado de una escala o rango donde se posiciona el resultado obteniendo una posición, calificación o nivel dentro del sistema de certificación. (HERRERA, 2008)

Entre los diferentes sistemas de certificación que se han creado alrededor del mundo, existen los siguientes:

- BREEAM: Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology – Reino Unido
- Built Green – Canadá y Estados Unidos
- CASA - Colombia
- CASBEE: Comprehensive Assesment System for Building Enviromental Efficiency – Japón
- CCS: Certificado Sustentable Sumac - Perú
- DGNB Certification System - Alemania
- EDGE: Excellence in Design for Greater Efficiencies - Global
- Estidama - Emiratos Árabes
- FITWEL – Estados Unidos
- Green Building Index - Malasia
- Green Globes – Canadá, Estados Unidos
- Green Star - Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica
- HQE: HauteQualite Environnementale - Francia
- IISBE: International Initiative for a Sustainable Built Environment - Italia, España, Portugal, República Checa, Israel, Corea del Sur, Tailandia
- LEED: Leadership in Energy & Environmental Design - Estados Unidos
- VERDE GBCe – España
- WELL – Estados Unidos

5.3.3. Certificación LEED

LEED abreviación en inglés de *Leadership in Energy and Environmental Design* (en español, Liderazgo en energía y diseño ambiental) es el sistema de certificación más utilizado en el mundo para el diseño, construcción,

mantenimiento y operación de construcciones sostenibles. Al utilizar menos energía, los espacios certificados LEED ahorran dinero a las familias y empresarios, reducen las emisiones de carbono y contribuyen con ambientes saludables para el uso de residentes, trabajadores y la comunidad en general.

Este sistema de certificación desarrollado por el Consejo de Construcción Verde de EE.UU. USGBC (United States Green Building Council), LEED es un marco para identificar, implementar y medir el diseño, construcción, operaciones y mantenimiento de edificios y vecindarios verdes. Este certificado, basado en estándares científicos, se compone de un conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo y en todas la etapas del proceso, tomando como base la incorporación en el proyecto de aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua potable, el desarrollo sostenible de los terrenos y la selección de materiales haciendo uso de estándares de ecoeficiencia y buscando cumplir con los requisitos de sostenibilidad. (COUNCIL W. G., 2020)

Este sistema ofrece además de la certificación del edificio, la acreditación de profesionales y su formación en sostenibilidad, que tiene como objetivo avanzar en la utilización de estrategias que permitan una mejora global en el impacto medioambiental de la industria de la construcción y se basa en el consenso del mercado para desarrollar construcciones centradas en la alta eficiencia energética.

Durante su existencia, LEED ha lanzado varias versiones de su sistema a medida que avanza el tiempo y la tecnología, siendo la versión 4 y 4.1 las más recientes. En la última versión de la certificación LEED se encuentran ocho (8) categorías que componen el sistema de calificación dentro de los cuales se establecen estrategias para lograr implementar la sustentabilidad y eficiencia de recursos dentro de los proyectos. En conjunto con unos requisitos mínimos y el proceso integrativo, las categorías que hacen parte de la certificación son:

- Ubicación y Transporte: Evalúa la conexión de los edificios a través de créditos que incentivan el desarrollo compacto, alternativas de transporte y conexión con instalaciones de servicios.
- Sitios sostenibles: Evalúa el ambiente alrededor del proyecto a través de créditos que enfatizan las relaciones de los edificios con los ecosistemas y los servicios prestados por estos.
- Uso Eficiente del Agua: Busca evaluar el recurso del agua en su uso interno, externo, uso especializado y la medición del mismo.
- Energía y Atmósfera: Busca evaluar el recurso de la energía desde su perspectiva de ahorro en uso, estrategias de diseño eficientes y generación a través de recursos renovables.
- Materiales y Recursos: Se enfoca en minimizar la energía embebida y otros impactos asociados a la extracción, fabricación, transporte, mantenimiento y disposición de los materiales de construcción.
- Calidad Ambiental Interior: Recompensa las decisiones contempladas en el proyecto para mejorar el confort de los ocupantes a través de la calidad de aire interior, sensación térmica, acceso visual y diseño acústico.
- Innovación en el diseño: Busca reconocer proyectos que implementen estrategias y prácticas eficientes para incrementar el desempeño sustentable propuesto.
- Prioridad Regional: Incentiva a los proyectos a enfocarse en la implementación de las prioridades ambientales regionales, de acuerdo con lo definido por la certificación LEED para Colombia y para la ciudad de Bogotá en específico.



Ilustración 4. Categorías de la certificación LEED

Fuente: (GBC Chile) Zona certificaciones, Categorías LEED [Figura]. Recuperado de https://www.chilegbc.cl/index.php?sec=proyectos-leed

Las categorías anteriores en su conjunto otorgan un puntaje por el cumplimiento de créditos e implementación de estrategias dentro de los proyectos, generando cuatro niveles de certificación que están en función del puntaje alcanzado:

- 40 a 49 puntos – LEED Certified (Certificado)
- 50 a 59 puntos – LEED Silver (Plata)
- 60 a 79 puntos – LEED Gold (Oro)
- 80 o más puntos – LEED Platinum (Platino)



Ilustración 5. Niveles de certificación LEED

Fuente: (Eficiencia Energética Chile, 2017). Niveles de certificación. [Figura] recuperado de: https://www.eechile.cl/certificacion-leed

El sistema de certificación LEED tiene como objetivo promover una transformación de la industria de la construcción a través de estrategias diseñadas para lograr siete objetivos:

- Revertir la contribución al cambio climático global
- Mejorar la salud y el bienestar humano individual
- Proteger y restaurar los recursos hídricos.
- Para proteger, mejorar y restaurar la biodiversidad y los servicios del ecosistema
- Promover ciclos de recursos materiales sostenibles y regenerativos ·· Construir una economía más verde.
- Mejorar la equidad social, la justicia ambiental, la salud comunitaria y la calidad de vida. (CIFRE, 2016)

Existen diversos tipos de certificación LEED dirigidos hacia el uso que puede tener un edificio. Dentro de la evaluación del proyecto, se define en primera instancia qué sistema de certificación se adecúa a ese proyecto específico. Dentro de los sistemas más importantes encontramos:

A. LEED Building Design and Construction (diseño y construcción de edificios, abreviado LEED BD+C), grupo compuesto por:

    - LEED BD+C: New Construction and Major Renovation (Nuevas construcciones y renovaciones mayores)
    - LEED BD+C: Core and Shell (Núcleo y casco)
    - LEED BD+C: Schools (Escuelas)
    - LEED BD+C: Retail
    - LEED BD+C: Data Centers (Centros de datos)
    - LEED BD+C: Warehouses and Distribution Centers. (Bodegas y centros de distribución)
    - LEED BD+C: Hospitality (Hotelería)
    - LEED BD+C: Healthcare. (Hospitales)

B. LEED for Interior Design and Construction. (Diseño y construcción de interiores, abreviado LEED ID+C), compuesto por:

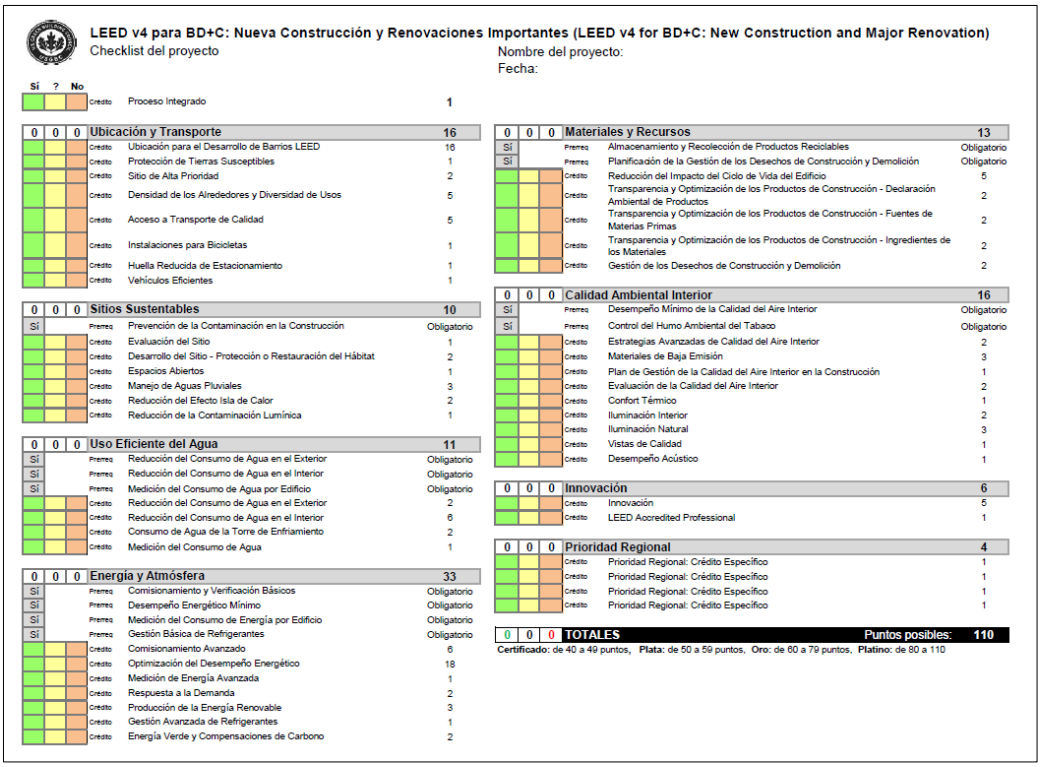
- LEED ID+C: Commercial Interiors (Interiores comerciales)
- LEED ID+C: Retail
- LEED ID+C: Hospitality (Hotelería)

C. LEED for Building Operations and Maintenance (Operación y mantenimiento, abreviado LEED O+M) integrado por:

- LEED O+M: Existing Buildings (Edificios existentes)
- LEED O+M: Retail
- LEED O+M: Schools (Escuelas)
- LEED O+M: Hospitality (Hotelería)
- LEED O+M: Data Centers (Centros de datos)
- LEED O+M: Warehouses and Distribution Centers (Bodegas y centros de distribución)

D. LEED for Neighborhood Development (Desarrollo de vecindarios)

El Sistema de evaluación LEED consta de 110 puntos posibles en total, distribuidos en las categorías ya antes mencionadas. Cada categoría está compuesta por estrategias obligatorias de estricto cumplimiento que no otorgan puntos conocidos como prerrequisitos y estrategias opcionales en implementación que generan puntos llamadas créditos. Para sintetizas de manera resumida y practica la puntuación, los créditos, prerrequisitos, categorías y nivel alcanzado, la certificación cuenta con una lista de chequeo para cada tipo de proyecto que se desee certificar.



LEED v4 para BD+C: Nueva Construcción y Renovaciones Importantes (LEED v4 for BD+C: New Construction and Major Renovation)

Checklist del proyecto

Nombre del proyecto:

Fecha:

Sí	?	No			
			Crédito	Proceso Integrado	1

Sí	?	No		Ubicación y Transporte	16
			Crédito	Ubicación para el Desarrollo de Barrios LEED	16
			Crédito	Protección de Tierras Susceptibles	1
			Crédito	Sitio de Alta Prioridad	2
			Crédito	Densidad de los Alrededores y Diversidad de Usos	5
			Crédito	Acceso a Transporte de Calidad	5
			Crédito	Instalaciones para Bicicletas	1
			Crédito	Huella Reducida de Estacionamiento	1
			Crédito	Vehículos Eficientes	1

Sí	?	No		Sitios Sustentables	10
Sí			Prerreq	Prevención de la Contaminación en la Construcción	Obligatorio
			Crédito	Evaluación del Sitio	1
			Crédito	Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	2
			Crédito	Espacios Abiertos	1
			Crédito	Manejo de Aguas Pluviales	3
			Crédito	Reducción del Efecto Isla de Calor	2
			Crédito	Reducción de la Contaminación Lumínica	1

Sí	?	No		Uso Eficiente del Agua	11
Sí			Prerreq	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	Obligatorio
Sí			Prerreq	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	Obligatorio
Sí			Prerreq	Medición del Consumo de Agua por Edificio	Obligatorio
			Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	2
			Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	6
			Crédito	Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento	2
			Crédito	Medición del Consumo de Agua	1

Sí	?	No		Energía y Atmósfera	33
Sí			Prerreq	Comisionamiento y Verificación Básicos	Obligatorio
Sí			Prerreq	Desempeño Energético Mínimo	Obligatorio
Sí			Prerreq	Medición del Consumo de Energía por Edificio	Obligatorio
Sí			Prerreq	Gestión Básica de Refrigerantes	Obligatorio
			Crédito	Comisionamiento Avanzado	6
			Crédito	Optimización del Desempeño Energético	18
			Crédito	Medición de Energía Avanzada	1
			Crédito	Respuesta a la Demanda	2
			Crédito	Producción de la Energía Renovable	3
			Crédito	Gestión Avanzada de Refrigerantes	1
			Crédito	Energía Verde y Compensaciones de Carbono	2

Sí	?	No		Materiales y Recursos	13
Sí			Prerreq	Almacenamiento y Recolección de Productos Reciclables	Obligatorio
Sí			Prerreq	Planificación de la Gestión de los Desechos de Construcción y Demolición	Obligatorio
			Crédito	Reducción del Impacto del Ciclo de Vida del Edificio	5
			Crédito	Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción - Declaración Ambiental de Productos	2
			Crédito	Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción - Fuentes de Materias Primas	2
			Crédito	Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción - Ingredientes de los Materiales	2
			Crédito	Gestión de los Desechos de Construcción y Demolición	2

Sí	?	No		Calidad Ambiental Interior	16
Sí			Prerreq	Desempeño Mínimo de la Calidad del Aire Interior	Obligatorio
Sí			Prerreq	Control del Humo Ambiental del Tabaco	Obligatorio
			Crédito	Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior	2
			Crédito	Materiales de Baja Emisión	3
			Crédito	Plan de Gestión de la Calidad del Aire Interior en la Construcción	1
			Crédito	Evaluación de la Calidad del Aire Interior	2
			Crédito	Confort Térmico	1
			Crédito	Iluminación Interior	2
			Crédito	Iluminación Natural	3
			Crédito	Vistas de Calidad	1
			Crédito	Desempeño Acústico	1

Sí	?	No		Innovación	6
			Crédito	Innovación	5
			Crédito	LEED Acoredited Professional	1

Sí	?	No		Prioridad Regional	4
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1

Sí	?	No			
0	0	0	TOTALES	Puntos posibles:	110

Certificado: de 40 a 49 puntos, **Plata:** de 50 a 59 puntos, **Oro:** de 60 a 79 puntos, **Platino:** de 80 a 110

Ilustración 6. Lista de chequeo LEED

Fuente: (USGBC). Lista de chequeo LEED en español. [Figura] recuperado de: https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-checklist-spanish

6. CAPITULO I: ANALISIS DEL PROYECTO FRENTE A REQUERIMIENTOS DE LA CERTIFICACIÓN LEED

En esta sección se hace un análisis de cómo la fase II de la Sede Aduanilla de Paiba de la Universidad Distrital está concebida actualmente y cuales prerrequisitos y créditos de la certificación LEED está cumpliendo. También se plantean las estrategias que se podrían implementar para aumentar el número de puntos a obtener.

Debido a que el proyecto es un edificio nuevo que contempla el diseño, construcción y puesta en marcha de sistemas mecánicos, eléctricos, sanitarios, iluminación, acabados y acondicionamiento de la totalidad del área construida,

califica para ser evaluado y certificado bajo la modalidad de la certificación LEED BD+C: New Construction (Nuevas construcciones) v4.

De este análisis se obtendrá el Anexo A: Lista de chequeo LEED BD+C. v4 del proyecto, donde los créditos que aparecen en la casilla "SÍ" corresponden a aquellas características LEED con las que el proyecto actualmente está cumpliendo. Aquellos puntos en la casilla "No" son las estrategias que el proyecto definitivamente no puede cumplir y las que aparecen en "?" corresponden a aquellos créditos que podrían cumplirse.

6.1. Requisitos Mínimos del Programa LEED

Puntos posibles: Obligatorio

Etapa: Diseño

Requerimiento: Los requisitos mínimos del programa son las condiciones mínimas que hacen que un proyecto sea apropiado para obtener la certificación LEED.

1. El proyecto LEED será diseñado, construido y operado en una ubicación permanente, en un terreno ya establecido. No consistirá en estructuras móviles, equipos o vehículos, ni será diseñado para cambiar de ubicación en ningún momento de su vida útil.
2. Los límites del proyecto incluirán todos los terrenos contiguos que estén relacionados con las operaciones normales de construcción del proyecto LEED o que sirvan de apoyo para las mismas, incluyendo todo terreno que haya sido o vaya a ser afectado con el fin de llevar a cabo el proyecto LEED.

3. El proyecto LEED incluirá un mínimo de 93 m^2 de superficie total construida. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: El proyecto es totalmente nuevo, estará en una ubicación fija, tendrá más del área mínima requerida para certificarse y el límite del proyecto incluirá todas las edificaciones asociadas para su funcionamiento.

6.2. Crédito Proceso Integrado

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño
Requerimiento: Desarrollar desde la etapa de prediseño y a lo largo de todo el desarrollo de los diseños del proyecto una serie de actividades que garanticen las sinergias entre los diferentes sistemas y grupos de especialistas. Se debe elaborar un OPR (requerimientos del propietario), BOD (bases de diseño), documentos de diseño y especificaciones para construcción. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)
Cumplimiento: Si
Observaciones: El proyecto se encuentra en una fase avanzada de diseños, sin embargo, es posible intervenir para realizar una vinculación de las diferentes especialidades e incluir lo que se requiere para la certificación LEED, para establecer las estrategias de sustentabilidad y eficiencia energética a las cuales apuntará el proyecto.

6.3. Categoría Ubicación y Transporte

Puntos posibles: 16

Crédito 1: Ubicación para el Desarrollo de Barrios LEED
Puntos posibles: 16

Etapa: Diseño
Requerimiento: Localizar el proyecto dentro de los límites de un desarrollo certificado bajo LEED for Neighborhood Development, (etapa 2 o etapa 3 bajo sistema piloto o versión 2009). (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)
Cumplimiento: No aplica

Observaciones: El proyecto no se encuentra en un vecindario certificado LEED for ND, por tanto, puede acceder a este crédito.

Crédito 2: Protección de Tierras Susceptibles

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño

Requerimiento: Localizar el proyecto en un terreno que ha sido desarrollado previamente. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: El predio donde se va a construir el proyecto cuenta con desarrollo previo y está rodeado por infraestructura urbanística, lo que no afecta ningún tipo de terreno considerado susceptible.

Crédito 3: Sitio de Alta Prioridad

Puntos posibles: 2

Etapa: Diseño

Requerimiento: Localizar el proyecto en un lote definido como:

- Sitio de interés dentro de un área establecida como distrito histórico.
- Área prioritaria, según lo designado por un programa u entidad gubernamental a nivel nacional.
- Área contaminada en suelo o agua subterráneos. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: El predio donde se va a construir el proyecto es considerado de renovación urbana y bien de interés cultural, por lo que cumple con una de las opciones que estipula el crédito para obtener un punto.

Crédito 4: Densidad de los Alrededores y Diversidad de Usos

Puntos posibles: 1-5

Etapa: Diseño

Requerimiento: Localizar el proyecto en una zona donde se tenga:
• Una densidad residencial existente en un radio de 400 metros que demuestre un sitio altamente desarrollado; o
• Acceso a 800 metros desde la entrada principal del proyecto, de cuatro a siete (1 punto) u ocho o más (2 puntos) sitios de diversos usos existentes y disponibles públicamente (restaurantes, supermercados, bancos, etc.). (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)
Cumplimiento: Si
Observaciones: El proyecto estará ubicado en el barrio Pensilvania de en la ciudad de Bogotá, departamento de Cundinamarca, un sector que cuenta con infraestructura comercial, industrial, residencial e incluso gubernamental en los alrededores mostrando una densidad de desarrollo importante, así mismo, cuenta con más de ocho servicios diversos en sus alrededores.

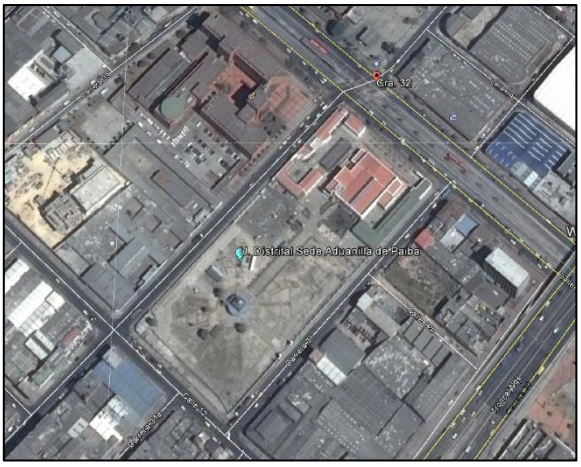


Ilustración 7. Ubicación del proyecto y sus alrededores
Fuente: Propia a través de Google maps

<u>Crédito 5: Acceso a Transporte de Calidad</u>
Puntos posibles: 1-5

Etapa: Diseño
Requerimiento: Localizar cualquier entrada funcional del proyecto dentro de una distancia de 400 metros a pie de paradas de bus o dentro de una distancia de 800 metros a pie de paradas de bus de tránsito rápido, estaciones de tren ligero o pesado. Cualquiera de ellos cumpliendo con las frecuencias de servicio

determinadas para este crédito. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: El edificio está a menos de 400m de vías principales como la Calle 13 y la Carrera 30. Sobre la calle 13 está ubicada la estación *CDS-Cra. 32* del sistema masivo Transmilenio y un paradero del SITP en frente de la Secretaria Distrital de Salud, teniendo disponibilidad de múltiples rutas de transporte público para los usuarios del proyecto.



Ilustración 8. Medios de transporte urbano- Transmilenio

Fuente: Propia a través de Mapas Bogotá

<u>Crédito 6: Instalaciones para bicicletas</u>

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño

Requerimiento: Localizar el proyecto a una distancia de 180 metros de una red de bicicletas que se conecte a por lo menos 10 servicios básicos. Proveer espacios para almacenamiento de bicicletas para el 2,5% de los visitantes y para el 5% de los ocupantes regulares (empleados), pero no menos de 4 espacios en ambos casos. Adicionalmente, se debe instalar al menos 1 ducha con cuarto de cambio para los primeros 100 ocupantes regulares (empleados) y una adicional por cada 150 ocupantes extra. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: Actualmente, el proyecto cuenta con 246 parqueaderos de bicicletas distribuidas a lo largo del sótano 1 y a menos de 180 metros existe una ciclo ruta de la calle 13. Por otro lado, el edificio no cuenta con duchas con cuarto de cambio para los ocupantes regulares o empleados que se movilicen en bicicleta. En caso de que se desee optar por el crédito es necesario instalar 3 duchas en el proyecto. Entre tanto el punto que otorga este crédito se mantiene en "Tal vez". A continuación se detalla la obtención de las cifras.

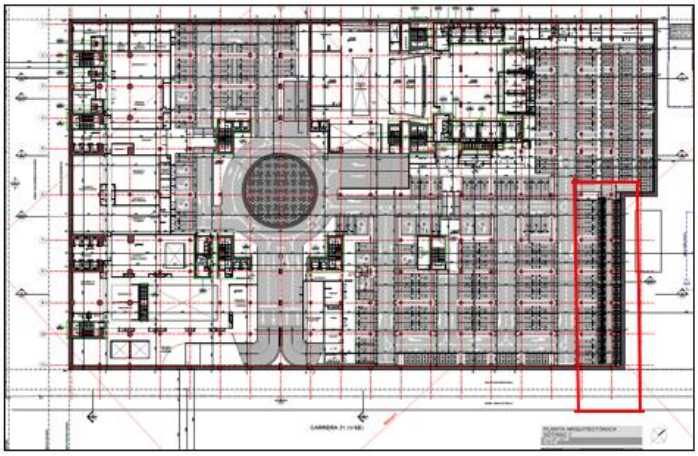


Ilustración 9. Zona parqueadero de bicicletas
Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Plano general 70-AG-106

Para determinar el número de bicicleteros necesarios se clasifica el proyecto en Educational, postsecundary se toma la densidad que corresponde en la siguiente tabla tomada de "REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION" se designa una densidad de usuarios por cada metro cuadrado.

TABLE 1. Default Occupancy Numbers

	Gross square feet per occupant		Gross square meters per occupant	
	Employees	Transients	Employees	Transients
General office	250	0	23	0
Retail, general	550	130	51	12
Retail or service (e.g., financial, auto)	600	130	56	12
Restaurant	435	95	40	9
Grocery store	550	115	51	11
Medical office	225	330	21	31
R&D or laboratory	400	0	37	0
Warehouse, distribution	2,500	0	232	0
Warehouse, storage	20,000	0	1860	0
Hotel	1,500	700	139	65
Educational, daycare	630	105	59	10
Educational, K-12	1,300	140	121	13
Educational, postsecondary	2,100	150	195	14

Tabla 2. Números de ocupación por defecto en certificación LEED

Fuente: USGBC (2016), Reference guide for building design and construction v4, Default occupancy numbers (Tabla)

El área total de la construcción de la Fase II es de 73.017,92 m2, de esta manera usando la siguiente formula obtenemos la ocupación de total del proyecto, que equivale a 5.590 personas:

$$Numero\ de\ ocupantes\ regulares\ = \frac{73017{,}92\ m2}{195\ {}^{m2}/_{Employees}}$$

$$Numero\ de\ ocupantes\ regulares = 375\ Employees$$

$$Numero\ de\ visitantes = \frac{73017{,}92\ m2}{14\ {}^{m2}/_{Transients}}$$

$$Numero\ de\ visitantes = 5215\ Transients$$

Usando las siguientes ecuaciones de la guía de referencia LEED obtenemos:

Espacios de bicicletas para visitantes

Ecuación 1. Espacios de bicicletas para visitantes

$$Espacios\ de\ bicicletas\ para\ visitantes = Numero\ de\ vistantes * 0.025$$
$$Espacios\ de\ bicicletas\ para\ visitantes = 5215 * 0.025 = 130$$

Espacios de bicicletas para ocupantes regulares (empleados)

Ecuación 2. Espacios de bicicletas para ocupantes regulares

$$Espacios\ de\ bicicletas\ para\ ocupantes\ regulares = Regular\ building\ occupant * 0.05$$
$$Espacios\ de\ bicicletas\ para\ ocupantes\ regulares = 375 * 0.05 = 19$$

Al sumar ambos obtenemos que para el proyecto se deben tener mínimo 149 parqueaderos de bicicleteros para aplicar a este crédito, lo cual se cumple con gran holgura.

Para determinar el número de duchas se usa la siguiente formula de la guía:

Duchas con cuarto de cambio

$$Ocupantes\ regulares \leq 100\ , Duchas\ con\ cuarto\ de\ cambio = 1$$

Ecuación 3. Duchas con cuarto de cambio

$$Ocupantes\ regulares > 100\ , Duchas\ con\ cuarto\ de\ cambio = 1 + \frac{Ocupantes\ regulares - 100}{150}$$

Donde

$$Ocupantes\ regulares\ \ = 375$$
$$Duchas\ con\ cuarto\ de\ cambio = 1 + \frac{375 - 100}{150} \cong 3$$

Se determina que son necesarias 3 duchas con cuarto de cambio en el proyecto para poder acceder al crédito. El bloque de publicaciones cuenta con seis (6) vistieres y duchas (tres (3) para hombres y tres (3) para mujeres) en el piso 2, que ayudan cumplir lo requerido para este crédito.

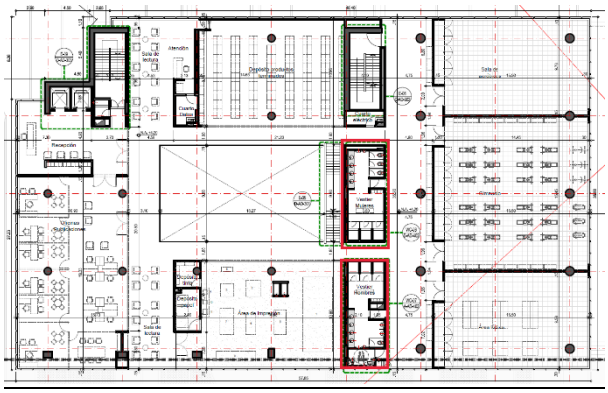


Ilustración 10. Ubicación de cuartos de cambio con ducha bloque publicaciones

Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Plano general 70-AG-108

Crédito 7: Huella Reducida de Estacionamiento

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño

Requerimiento: No exceder los requisitos mínimos del código local para la capacidad de estacionamiento. Adicionalmente lograr una reducción del 40% con respecto a los ratios base propuestos por El manual de planificación de transporte del Instituto de ingenieros de transporte de Estados Unidos. Cumplido esto, designar el 5% de todos los espacios de estacionamiento utilizados por el proyecto como estacionamiento preferente para vehículos tipo carpool. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Tal vez

Observaciones: Para corroborar la información de estacionamientos para el proyecto autorizados por la normativa local, fue necesario revisar el estudio de tránsito que contiene el análisis de las condiciones prevalecientes y de la movilidad en el área adyacente en la situación con proyecto, garantizando técnicamente que el transito esperado será atendido al interior del predio y que la demanda de los cupos que se proveerán para uso privado y de visitantes no generara colas sobre las vías públicas.

CUADRO DE ESTACIONAMIENTOS	
Cupos visitantes	78
Cupos privados	267
Sub total	**345**
Cupos discapacitados	12
Cupos taxis	6
Cupos carga	4
Sub total	**22**
Motocicletas	162
Bicibletas	246
Sub total	**408**
TOTAL	**775**

Tabla 3. Cuadro de estacionamientos

Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Presentación proyecto.

De esta manera la Secretaria Distrital de Movilidad de Bogotá emitió un concepto técnico favorable para la operación del proyecto el 23 de enero de 2013 con comunicado SDM-DSCVT-875-13.

En la siguiente tabla se presenta el número de cupos de parqueadero requeridos para la Sede de Aduanilla de Paiba de Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Estacionamientos de visitantes y privados	Visitantes	78	361	345
	Privados	267		
Discapacitados		11	-	12
Taxis				6
Cargue y descargue			---	4
Motocicletas			139	162
Bicicletas		181	-	246

Tabla 4 Cupos de estacionamiento

Fuente: ET PRM Universidad Distrital. Sede de Aduanilla de Paiba.

El 05 de abril de 2017 la secretaria de Movilidad emitió la Resolución No. 452 de 2017 "*Por la cual se adopta el Plan de Regularización y Manejo de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, sede Aduanilla de Paiba*". En donde la Dirección de Seguridad Vial y Comportamiento del Tránsito de la Secretaría Distrital de Movilidad mediante el oficio No. SDM-DSCVT-875-13 del 15 de enero de 2013.

Por otro lado, la certificación exige la reducción en un 40% del número de espacios obtenidos al revisar los ratios bases para estacionamientos dados por el *Manual de Planificación del Transporte del Instituto de Ingenieros de Transporte, 3ra edición*, que para proyectos universitarios equivale a 0.4 espacios/ocupante, como lo indica la siguiente tabla:

TABLE 1. Base ratios for parking spaces, by building type

Use	Size or condition	Parking spaces
Arena		0.33/seat
Assisted living		0.35/DU
Boarding house, B&B, convent, and other sleeping rooms		1/unit or room plus 2 for owner and staff
Church		0.4/seat
College, university	School population: students, faculty and staff	0.4/school population
Condo, townhouse		Use Owned Apartment ratios
Consumer services (including banks)		4.6/1,000 ft² (5.0/100 m²)
Convention centers not in hotel, or in hotel but exceeding 50 ft² per guest room (4.65 m² per guest room)	< 25,000 ft² (2 325 m²)	30/1,000 ft² (32.29/100 m²)
Convention centers not in hotel, or in hotel but exceeding 50 ft² per guest room (4.65 m² per guest room)	25,000 ft² to 50,000 ft² (2 325 m² to 4 650 m²)	Scaled If x is ft², 30-[10 x (x-25,000)/25,000] spaces per 1,000 ft² If y is m² per room, 32.3-[10.8 x (y-2325)/2325] spaces per 100 m² GLA
Convention centers not in hotel, or in hotel but exceeding 50 ft² per guest room (4.65 m² per guest room)	50,000 ft² to 100,000 ft² (4 650 to 9 300 m²)	Scaled If x is ft², 20-(10 x (x-50,000)/50,000) spaces per 1,000 ft² If y is m² per room, 10.8-[10.8 x (y-4650)/4650] spaces per 100 m² GLA
Convention centers not in hotel, or in hotel but exceeding 50 ft² per guest room (4.65 m² per guest room)	100,000 to 250,000 ft² (9 300 to 23 225 m²)	Scaled If x is ft², 10-(4 x (x-100,000)/150,000) spaces per 1,000 ft² If y is m² per room, 10.8-[4.3 x (y-9300)/13 925] spaces per 100 m² GLA
Convention centers not in hotel, or in hotel but exceeding 50 ft per guest room (4.65 m per guest room)	More than 250,000 ft² (23 225 m²)	6/1,000 ft² (6.5/100 m²)
Data processing, telemarketing		6.0/1,000 ft² (6.5/100 m²)
Day care		0.3/licensed student
Dry cleaners		Use General and Convenience Retail ratio
Elderly housing		0.5/DU
Elementary school		Higher of 0.2/auditorium or gym seat, or 0.25/student
Fast food	With or without drive-through	15/1,000 ft² (16/100 m²)
Free-standing discount super store		5.5/1,000 ft² (5.92/100 m²), including outdoor sales areas
General and convenience retail	Not in shopping center	2.75/1,000 ft² (2.96/100 m²)
General light industrial, industrial park, and manufacturing		1.85/1,000 ft² (1.99/100 m²)
Government office building		Use Office Building radio if general office only; otherwise, parking study prepared for complex
Health, fitness club		7/1,000 ft² (7.5/100 m²)

Tabla 5. Ratios bases para estacionamientos en certificación LEED

Fuente: USGBC (2016), Reference guide for building design and construction v4, Base ratios for parking spaces, by building type (Tabla)

Con la información de la tabla y de ocupación (5.590 personas) se determina que los espacios de parque requeridos son 2.236 según los ratios bases. La reducción del 40% requerida da como resultado 1.341 espacios para estacionamiento requeridos.

De acuerdo a lo anterior y a la información recibida es posible aplicar para este crédito puesto que la cantidad de espacios de estacionamiento con los que va a contar el proyecto (345 espacios) se encuentra en el mínimo exigido por la normativa local emitida por movilidad y no sobrepasa la reducción del 40% sobre los ratios bases. Como medida adicional, es necesario señalizar el 5% de los espacios (18 espacios) para vehículos de viajes compartido (aquellos que tienen más de un ocupante).

Crédito 8: Vehículos eficientes

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño

Requerimiento: Designar el 5% de todos los espacios de estacionamiento utilizados por el proyecto como estacionamiento preferente para vehículos verdes. Además, instalar equipo eléctrico de suministro de vehículos (EVSE) en el 2% de todos los espacios de estacionamiento utilizados por el proyecto. Los espacios de estacionamiento con EVSE deben ser proporcionados además de los espacios de estacionamiento preferidos para vehículos verdes. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Tal vez

Observaciones: De acuerdo a la información recibida, el proyecto cuenta con 345 espacios de estacionamientos distribuidos en los sótanos 1 y 2. En los planos del edificio, deben ser ubicados y señalizados 18 espacios, 7 de ellos con cargador para vehículos eléctricos (EVSE). Dichos espacios deben ser ubicados en lugares cerca de los puntos fijos y del acceso al vehicular al parqueadero, así como al nivel de estacionamiento más cercano a la primera planta, en este caso en el sótano 1.

6.4. Categoría: Sitios Sustentables

Puntos posibles: 10

Prerrequisito 1: Prevención de la Contaminación en la Construcción

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Construcción

Requerimiento: Crear e implementar un "Plan de control de erosión y sedimentación" que contemple todas las actividades de construcción relacionadas con el proyecto. El plan deberá respetar los requisitos de erosión y sedimentación de las normas locales. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: Este prerrequisito se desarrolla en la etapa de construcción del proyecto, para lo cual será necesario implementar un *Plan de control de erosión y sedimentación* como adición a los temas ambientales que se vayan a manejar.

Crédito 1: Evaluación del Sitio

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño

Requerimiento: Completar y documentar una encuesta de evaluación de sitio que incluya información respecto a topografía, hidrología, clima, vegetación, suelos, uso humano y efectos en la salud humana. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: Tomando como base los estudios ambientales, de suelos, topográfico y entre otros que se hayan realizado para la viabilidad del proyecto y haciendo una evaluación sencilla del entorno, es posible lograr cumplir el requerimiento.

Crédito 2: Desarrollo del sitio – Protección o Restauración del Hábitat

Puntos posibles: 2

Etapa: Diseño

Requerimiento: Usar vegetación nativa o adaptada y restaurar el 30% (incluyendo la huella del edificio) de todas las partes del sitio identificadas como previamente desarrolladas. Los proyectos que logren un índice de construcción de 1,5 pueden incluir superficies de techos verdes en este cálculo si las plantas son nativas o adaptadas, proporcionan hábitat y promueven la biodiversidad. Restaurar todos los suelos alterados o compactados que serán revegetados dentro de la huella de desarrollo del proyecto. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Tal vez

Observaciones: La siguiente tabla muestra las áreas requeridas y actuales del proyecto en cuanto a zonas verdes:

Área total del lote en m^2	**16.772**
Área requerida (30% del lote, m^2)	**5.032**
Área zonas verdes del proyecto (m^2)	4.803
Diferencia entre área requerida y área existente (m^2)	230

Tabla 6. Análisis áreas verdes del proyecto

Fuente: Propia.

El proyecto cuenta con áreas verdes en los corredores abiertos del primer nivel y en las terrazas de cada uno de los bloques que suman alrededor de 4.803m^2 con un diseño paisajístico que contempla especies nativas y adaptativas de poco consumo de agua y mantenimiento. Para cumplir el requerimiento, hacen falta aproximadamente 230 m^2 de zonas vegetadas.

Crédito 3: Espacios Abiertos

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño

Requerimiento: Proporcionar un espacio exterior mayor o igual al 30% del área total del sitio (incluyendo la huella del edificio). Un mínimo del 25% de ese espacio al aire libre debe ser cubierto con vegetación (el césped no se considera como vegetación) o tener un techo vegetal cubierto. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

El espacio al aire libre debe ser físicamente accesible y ser uno o más de los siguientes:

- Un sendero orientado a peatones o área de césped con elementos físicos del sitio que acomodan actividades sociales al aire libre.
- Un sendero recreativo o área de césped con elementos físicos del sitio que fomentan la actividad física.
- Un jardín con una diversidad de tipos de vegetación y especies que proporcionan oportunidades para el interés visual todo el año.

Para proyectos que alcancen un índice de construcción de 1,5 y sean físicamente accesibles, se pueden usar techos verdes extensivos o intensivos

para el requerimiento mínimo de vegetación del 25%, y las áreas de pavimentación físicamente accesibles calificadas para el techo pueden utilizarse para cumplir con el crédito.

Cumplimiento: Si

Observaciones: La siguiente tabla muestra las áreas requeridas y actuales del proyecto en cuanto a espacios abiertos:

Área total del sitio de construcción en m^2	16.772
Espacio abierto requerido (30% del lote, m^2)	**5.032**
Área de vegetación requerida (25% del espacio abierto requerido, m^2)	**1.258**
Área de Espacio abierto del proyecto (m^2)	11.683
Diferencia entre área requerida y área existente (m^2)	3.656

Tabla 7. Análisis espacios abiertos del proyecto

Fuente: Propia

Existen corredores internos con vegetación en el primer piso que pueden considerarse espacios abiertos, y adicionalmente cada bloque contara con una cubierta habitable dotada de techo verde, sumando en conjunto un área aproximada de 11.683m^2, cumpliendo el requerimiento de espacios abiertos. Así mismo, estos espacios cuentan con 3.656m^2 de áreas verdes, con lo cual se está logrando el crédito.

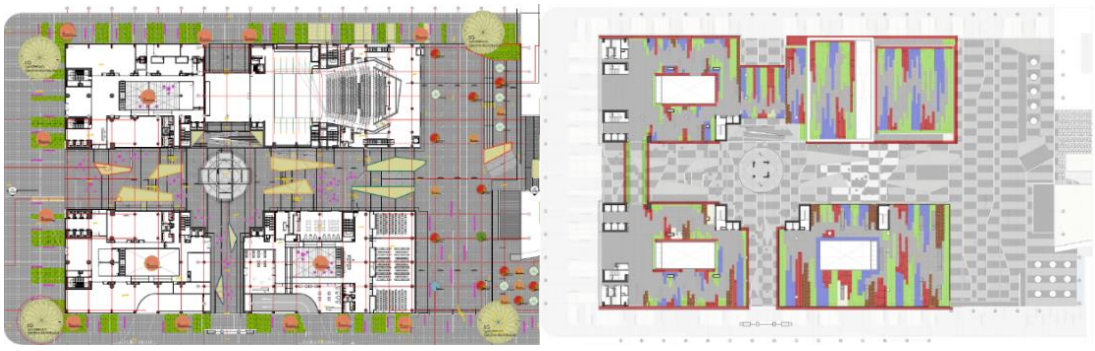


Ilustración 11. Paisajismo primer nivel y cubiertas (Techos verdes)

Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Planta Paisajismo primer piso PAI-002 y Paisajismo cubierta PAI-003

<u>Crédito 4: Manejo de Aguas Pluviales</u>

Puntos posibles: 2-3

Etapa: Diseño

Requerimiento: Manejar en el sitio el aumento anual en el volumen de escorrentía desde la condición de cobertura natural del terreno hasta la condición posterior al desarrollo. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: De acuerdo a la información recibida, el proyecto cuenta actualmente con estrategias de aprovechamiento y reutilización de aguas lluvias en paisajismo. El diseño actual, cuenta con un estudio que sugiere la construcción de un tanque con capacidad de 165m^3 para el almacenamiento y distribución de agua lluvia captada en los edificios.

Crédito 5: Reducción del Efecto Isla de Calor

Puntos posibles: 1-2

Etapa: Diseño

Requerimiento:

Opción 1. Áreas sin techo y con techo (2 puntos)

Medidas para zonas exteriores no cubiertas (sin techo)

Proporcionar sombra con estructuras arquitectónicos que tengan un valor de reflectancia solar (SR) inicial de al menos 0.33, y/o usar materiales de pavimentación con un valor de SR inicial de al menos 0.33 en la instalación y/o usar un sistema de pavimento de rejilla abierta "Gramoquin"

Medidas para cubiertas (techo)

Materiales con índice de reflectancia solar o SRI inicial de 82, para cubiertas de pendientes bajas o SRI inicial de 39 para cubiertas de alta pendiente, y/o usar techos verdes.

Opción 2. Estacionamiento bajo cubierta (1 punto)

Ubicar mínimo el 75% de espacios de estacionamiento bajo cubierta. Cualquier techo utilizado para sombrear o cubrir el estacionamiento debe tener materiales de SRI de al menos 39 y/o cubiertas vegetales y/o sistemas de generación de energía. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Tal vez

***Observaciones*:** De acuerdo con el diseño arquitectónico, la totalidad de los espacios de estacionamiento están en sótanos, cumpliendo una parte del requerimiento. En las zonas duras exteriores que conforman los corredores y vías peatonales, se están usando losetas de colores grises claros, probablemente con un valor SR de al menos 0.33. Para cubierta (losa maciza, tejas o ambas), se deben usar materiales o productos que tengan un índice de reflectancia solar (SRI) de al menos 82 o mayor. En el caso de las terrazas, se debe utilizar materiales con un valor de reflectancia solar de al menos 0.33 (colores claros) similares a las de las zonas duras del primer nivel.

Crédito 6: Reducción de la Contaminación Lumínica

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño

Requerimiento: Cumplir con los requisitos de luz superior y traspaso de luz, utilizando el método *backlight-uplight-glare* (BUG) o el método de cálculo. Cumplir con los requisitos para todas las luminarias exteriores ubicadas dentro del límite del proyecto, basadas en lo siguiente:

- Las características fotométricas de cada luminaria cuando se montan en la misma orientación e inclinación que se especifica en el diseño del proyecto.
- La zona de iluminación de la propiedad del proyecto. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: No

Observaciones: El proyecto contempla un diseño de iluminación exterior ornamental teniendo en cuenta la seguridad, por tanto existen diferentes tipos de luminarias y una gran cantidad que pueden generar contaminación lumínica en el exterior. De acuerdo a los requerimientos de LEED, el proyecto se ubica en una zona de iluminación 2 (iluminación de ambiente moderado) para lo cual se debe cumplir que el nivel de iluminación hacia arriba y el nivel de traspaso de iluminación deben ser medianamente bajos, lo que no se está cumpliendo por el diseño que se tiene contemplado.

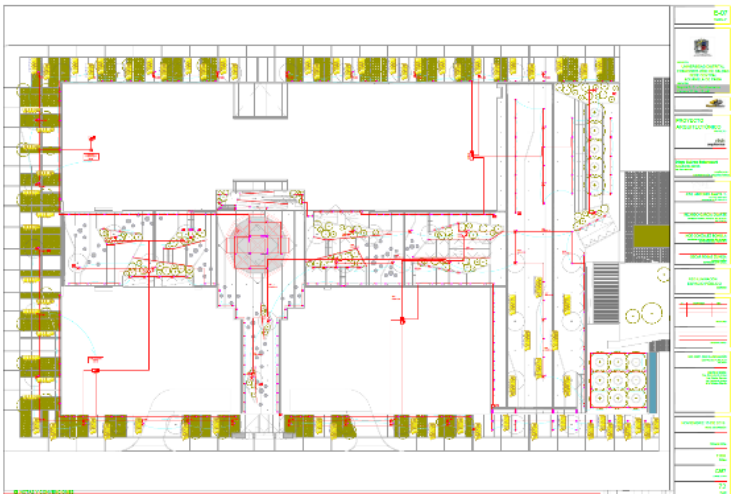


Ilustración 12. Iluminación exterior

Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Iluminación espacio público, Plano E07-C357

6.5. Categoría: Uso Eficiente del Agua

Puntos posibles: 11

Prerrequisito 1: Reducción del Consumo de Agua en el Exterior

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Diseño

Requerimiento: Reducir el uso de agua potable implementando alguna de las siguientes opciones:

- Demostrar que las zonas de paisajismo no requieren un sistema permanente de riego, más allá de un riego temporal, con un periodo máximo de 2 años de implementación de las plantas; o
- Reducir el uso de agua potable para el riego en por lo menos un 30% respecto a la línea base calculada con el pico de uso de agua potable mensual y los lineamientos de la certificación. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: De acuerdo con la información y a los diseños, la fase II de Aduanilla de Paiba cuenta actualmente con sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvia, con un tanque destinado para las zonas de

paisajismo y aseo de los pisos del espacio público por medio de llaves mangueras ubicadas en el espacio público. Debido a que actualmente, no hay sistema de riego contemplado ni diseñado, y que las plantas seleccionadas para el paisajismo son en su mayoría nativas y adaptativas, se está cumpliendo con el prerrequisito.

Crédito 1: Reducción del Consumo de Agua en el Exterior

Puntos posibles: 2

Etapa: Diseño

Requerimiento: Reducir el uso de agua potable yendo más allá de lo requerido en el prerrequisito, cumpliendo con alguna de las siguientes opciones:

- Demostrar que las zonas de paisajismo no requieren un sistema permanente de riego.
- Reducir el uso de agua potable para el riego en por lo menos un 50% (1 punto) o 100% (2 puntos) respecto a la línea base calculada con el pico de uso de agua potable mensual. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: Al igual que el prerrequisito, debido que el paisajismo se ha diseñado con especies nativas y adaptativas de bajo consumo sin necesidad de sistema de riego, se cumple lo requerido en la opción 1.

Prerrequisito 2: Reducción del Consumo de Agua en el Interior

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Diseño

Requerimiento: Los consumos máximos permitidos por tipo de equipo sanitario se relacionan en la siguiente tabla

Línea base de consumo para equipos sanitarios		
Tipo de equipo	**Línea base (SI)**	**Línea Base (IP)**
Sanitario	6 lpd	1.6 gpd
Orinal	3.8 lpd	1.0 gpd
Grifería Lavamanos Público	1.9 lpm a 415 kPa	0.5 gpm a 60 psi
Grifería Lavamanos Privado	8.3 lpm a 415 kPa	2.2 gpm a 60 psi
Grifería de cocina	8.3 lpm a 415 kPa	2.2 gpm a 60 psi
Cabezal de ducha	9.5 lpm a 550 kPa	2.5 gpm a 80 psi

lpd=Litros por descarga / gpd=Galones por descarga

lpm= Litros por minuto / gpm=Galones por minuto

Tabla 8. Línea base de consumo para equipos sanitarios

Fuente: Elaboración propia basado en Guía LEED BD+C v4 del USGBC

Cumplimiento: Si

Observaciones: Los aparatos sanitarios y griferías aún no han sido especificados para la fase II de la Aduanilla de Paiba. El prerrequisito se debe cumplir implementando productos de bajo consumo de agua que cumplan los requerimientos señalados anteriormente entre menor el consumo del aparato sanitario o grifería, mayor el porcentaje de ahorro que se puede lograr.

Crédito 2: Reducción del Consumo de Agua en el Interior

Puntos posibles: 1 – 6

Etapa: Diseño

Requerimiento: Lograr mayores eficiencias a las requeridas en el prerrequisito otorga puntos acordes con lo presentado en la siguiente tabla:

Puntos por reducción en el uso de agua	
Porcentaje de reducción	**Puntaje (BD+C)**
25%	1
30%	2
35%	3
40%	4
45%	5
50%	6

Tabla 9. Puntos por reducción en el uso de agua

Fuente: Elaboración propia basado en Guía LEED BD+C v4 del USGBC

Cumplimiento: Si

Observaciones: El proyecto cuenta con especificaciones en cuanto a referencias de aparatos sanitarios y griferías para los edificios, con unos consumos establecidos, lo cuales se relacionan a continuación:

Tipo de aparato	Referencia	Consumo
Sanitario Fluxómetro	TOTO CT705ELN	4,80 lpd (1.28 gpd)
Orinal	TOTO UT105U(V)(G)	0,47 lpd (0,125 gpd)
Grifería lavamanos publico	TOTO REF TEL105	1,90 lpm (0,50 gpm)
Grifería cocina	Sin referencia	8.30 lpm (2.20 gpm)
Cabezales para ducha	TOTO REF TS 100B1	7,57 lpm (2,00 gpm)

lpd=Litros por descarga / gpd=Galones por descarga

lpm= Litros por minuto / gpm=Galones por minuto

Tabla 10. Referencias y consumos de aparatos sanitarios y del proyecto

Fuente: Elaboración propia a partir de especificaciones técnicas del proyecto

Para determinar el porcentaje de ahorro logrado por el proyecto, se realiza el procedimiento descrito por los requerimientos de la certificación LEED y su hoja de cálculo. En el procedimiento, se usan los datos de ocupación anteriormente determinados y se discriminan dependiendo el sexo, en porcentajes iguales. De esta manera, teniendo los usos por día de cada aparato y sexo se determina el uso total diario de agua de la línea base y del diseño.

Se determina 290 días de operación anualmente, debido a que el proyecto no contara con un uso de jornada continua a lo largo de la semana y adicionalmente se tienen los periodos de vacaciones a lo largo del año.

Para determinar el porcentaje de ahorro es necesario obtener el cálculo de reducción base de uso del consumo del agua, la cual se adquiere de la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Calculo uso de agua por aparato sanitario

$$Uso\ diario\ para\ cada\ aparato = Duración\ de\ uso * Consumo * Numero\ de\ usuarios\ por\ día * Usos\ por\ persona\ por\ día$$

Donde:

Duración de uso: la duración del uso el número de usuarios y los usos por persona por día deben ser los mismos tanto en la línea base como en los casos de diseño.

Se calculan los siguientes datos:

- Consumo anual de línea base de agua
- Consumo anual de diseño de agua.
- Porcentaje de ahorro entre línea base y el diseño.

Ecuación 5. Porcentaje de ahorro respecto línea base

$$\%\ de\ ahorro\ frente\ a\ linea\ base = \left\{\frac{Volumen\ linea\ base - Volumen\ diseño}{Volumen\ linea\ base}\right\} * 100$$

Este prerrequisito solo se ocupa de la eficiencia del agua en los accesorios, electrodomésticos y procesos que utilizan agua potable. El agua derivada de fuentes alternativas, como la captura de agua de lluvia, no se considera bajo este requisito previo, pero se puede usar para documentar ahorros adicionales en la reducción del uso de agua en el crédito *Uso Eficiente del Agua*.

Realizando los cálculos mencionados se obtiene la siguiente información:

- El volumen anual del caso de la línea base en litros por año.
- El volumen anual del caso de diseño en litros por año.

Con esto se obtuvo que el porcentaje de reducción de agua anualmente es de 31.49%, otorgando así 2 puntos al proyecto. Las operaciones e información detallada de los cálculos anteriormente mencionados se encuentran en el Anexo B: Calculador del uso de agua en interiores del presente documento.

Prerrequisito 3: Medición del Consumo de Agua por Edificio

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Diseño

Requerimiento: El proyecto debe contar con medidores de agua permanentes que permitan identificar los consumos totales de agua potable del proyecto y sus zonas comunes aledañas. Los datos de medición deben ser recopilados mensualmente y contar con compilaciones anuales, la toma de medidas puede ser manual o automatizada.

Cumplimiento: Si

Observaciones: El proyecto contará con un medidor totalizador de consumo suministrado por la empresa de acueducto de Bogotá. En funcionamiento, es necesario implementar por parte de la oficina de administración, operaciones y mantenimiento del edificio, la labor de recopilación de datos de consumo.

Crédito 3: Consumo de Agua en la Torre de Enfriamiento

Puntos posibles: 1 – 2

Etapa: Diseño

Requerimiento: Para torres de enfriamiento y condensadores valorativos, realizar un análisis, al menos una vez, midiendo por lo menos los 5 parámetros de concentraciones en agua de condensación. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: No aplica

Observaciones: El proyecto no implementará torres de enfriamiento como equipo asociado al sistema de aire acondicionado, por lo tanto, este crédito no es aplicable.

Crédito 4: Medición del Consumo de Agua

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño

Requerimiento: Instalar medidores permanentes para 2 o más de los subsistemas (riego, aparatos sanitarios y griferías, agua caliente, aguas tratadas o reutilizadas, otras aguas de proceso), según sean aplicables al proyecto. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: No

Observaciones: El proyecto no tiene previsto instalar más medidores que los necesarios para la medición del consumo total de agua de la edificación (locatarios y zonas comunes).

6.6. Categoría: Energía y Atmósfera

Puntos posibles: 33

Prerrequisito 1: Comisionamiento y Verificación Básicos

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Diseño y construcción

Requerimiento: Implementar el Proceso de Commissioning a los sistemas mecánico (HVAC&R), eléctrico, iluminación, hidrosanitario y de energías renovables, de acuerdo con el procedimiento descrito en el Estándar ASHRAE Guideline 0-2005 y el Estándar ASHRAE Guideline 1.1-2007. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Tal vez

Observaciones: El proyecto puede cumplir con el requerimiento siempre y cuando se contrate a un tercero para ejecutar el servicio de "Commissioning Fundamental", para desempeñar las actividades de apoyo en la elaboración de documentos para la certificación, la revisión de los diseños, la realización de las pruebas prefuncionales y funcionales de los sistemas y la entrega del reporte final de Commissioning. Es un servicio no previsto que implica un costo adicional.

Crédito 1: Comisionamiento Avanzado

Puntos posibles: 3 – 6

Etapa: Diseño y construcción

Requerimiento: Implementar el Proceso de Comisionamiento Avanzado para que un consultor externo se encargue de auditar el proceso, asegurando que los sistemas mecánicos (HVAC&R), eléctrico, iluminación, hidrosanitario y de energías renovables cumplan con los requerimientos del propietario, monitorear el desempeño de los sistemas que consumen energía y agua, y/o

realizar el Proceso de Commissioning a la envolvente de acuerdo a lo indicado en la guía ASHRAE 0-2005 y en la guía National Institute of Building Sciences 3-2012. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Tal vez

Observaciones: El Comisionamiento Avanzado es un servicio adicional opcional que podría ser contratado para lograr puntos en la certificación LEED. Este proceso garantiza que los sistemas electromecánicos del proyecto se diseñan, construyen y ponen en funcionamiento de acuerdo a lo requerido por el proyecto y una revisión de los mismos en operación del edificio. Como es un ítem adicional, se deja en "tal vez".

Prerrequisito 2: Desempeño Energético Mínimo

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Diseño

Requerimiento: Realizar una simulación energética para el edificio y demostrar un ahorro del 5% con respecto a la línea base establecida en el Apéndice G del Estándar ASHRAE 90.1-2010. Además, los diseños deben cumplir con todos los mandatorios del Estándar ASHRAE 90.1-2010 referentes a los capítulos 5.4 (envolvente), 6.4 (HVAC), 7.4 (calentamiento de agua), 8.4 (electricidad), 9.4 (iluminación) y 10.4 (equipos varios). (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: El proyecto debe realizar una modelación energética en un software avalado por el USGBC, que indique cuál es el porcentaje de ahorro tomando en cuenta sus diseños actuales, lo cual implica un costo adicional. Sin embargo, con la información actual que se tiene respecto al sistema mecánico, iluminación, eléctrico y el diseño bioclimático, es posible asegurar que se logrará superar el 5% de ahorro obligatorio requerido.

Respecto a los mandatorios del estándar ASHRAE 90.1-2010:

- Envolvente (capítulo 5.4): Las características de las fachadas de cada uno de los edificios cumplen con lo requerido por el estándar.

- HVAC (capítulo 6.4): Los equipos a instalar en el sistema de aire acondicionado y ventilación mecánica de los espacios que lo necesitan deben contar eficiencia de 11 EER, lo cual se cumple.
- Calentamiento de agua (capítulo 7.4): No existirá sistema de calentamiento de agua en el proyecto.
- Electricidad (capítulo 8.4): La caída de tensión entre conductores y alimentadores no excede el 3% y 2% respectivamente, en el diseño eléctrico del proyecto. Por otro lado, al menos el 50% de las tomas eléctricas ubicadas en oficinas cerradas o abiertas, deberá contar con un control automático horario.
- Iluminación (capítulo 9.4): El proyecto instalará sensores de ocupación en espacios como salas de reuniones, baños, escaleras entre otras zonas. También se implementarán sensores de luz día en los espacios que pueden ser iluminados naturalmente. La iluminación exterior contará con un control horario o luz día. Cada espacio tendrá un dispositivo de control independiente que maneje tres escenarios (apagado, encendido y un escenario intermedio), además de contar con un control horario. El diseño presenta potencias de iluminación (LPD) menores a las requeridas, la verificación de densidades de potencia de iluminación por cada bloque con los respectivos tipos de iluminarias se encuentran en el Anexo D: Verificación densidades de potencia iluminación.
- Equipos varios (capítulo 10.4): Los equipos como motores de bombas hidráulicas y subestaciones eléctricas están especificados de alta eficiencia (NEMA Premium o similar).

Crédito 2: Optimización del Desempeño Energético

Puntos posibles: 18

Etapa: Diseño

Requerimiento: Realizar una modelación energética, de acuerdo a lo descrito en el prerrequisito Desempeño Energético Mínimo. Se obtienen puntos a medida que se logran mayores porcentajes de ahorro energético de acuerdo con lo señalado en la siguiente tabla: (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Porcentaje	Puntos
6%	1
8%	2
10%	3
12%	4
14%	5
16%	6
18%	7
20%	8
22%	9
24%	10
26%	11
29%	12
32%	13
35%	14
38%	15
42%	16
46%	17
50%	18

Tabla 11. Porcentajes de ahorro con su respectivo puntaje
Fuente: Elaboración propia con base a Guía LEED del USGBC

Cumplimiento: Si
Observaciones: Como se mencionó anteriormente, es necesario hacer un modelo energético con el cual se estime el porcentaje de ahorro que logrará el proyecto con sus diseños actuales. Debido a que el modelamiento es un procedimiento adicional que tiene costo, para el presente trabajo no se ha realizado, sin embargo, teniendo en cuenta ciertas estrategias de eficiencia energética implementadas en el proyecto es posible estimar un porcentaje de ahorro y un puntaje.

Dentro del alcance del diseño bioclimático para el proyecto, un análisis de trayectoria solar fue hecho para cada uno de los bloques que componen el desarrollo, para conocer el comportamiento del sol sobre las fachadas del proyecto y la sombra que podría generarse.

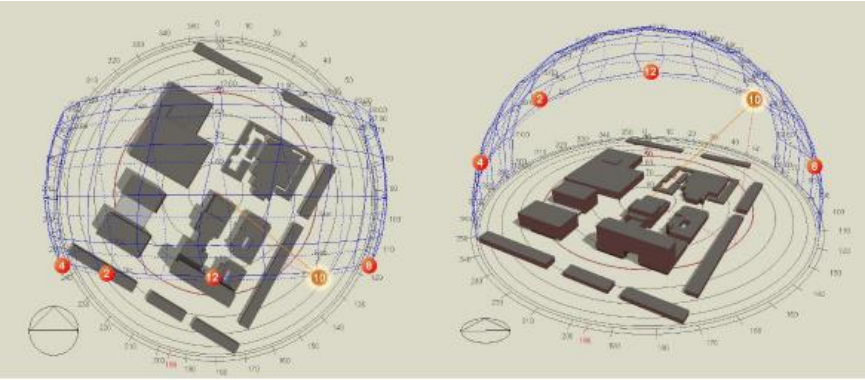


Ilustración 13. Análisis de trayectoria solar (21 de diciembre, 10 am)
Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Diseños y estudios bioclimáticos

A partir de este análisis y junto con los factores climáticos del sitio, fueron establecidas ciertas medidas para el control solar, como lo son vidrios con serigrafía para todos los bloques de plataforma con un valor U de 5.934 y SHGC de 0.683, mientras que para la torre se menciona un vidrio con valor U 6.121 y SHGC 0.567 y elementos en concreto para la fachada. Ambos vidrios tienen características de control solar para evitar el paso de grandes cantidades de calor del exterior al interior.



Ilustración 14. Elementos de control solar en fachada de la torre
Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Diseños y estudios bioclimáticos

Por otra parte, la mayoría de los espacios del proyecto en sus cuatro bloques e incluyendo la torre van a estar ventilados naturalmente, a excepción de los laboratorios y el auditorio/teatro, lo cual implica una reducción significante en el consumo de energía para acondicionar y ventilar espacios. Los equipos

mecánicos para los espacios que no cumplen, también están especificados para cumplir con altas eficiencias energéticas, ayudando al ahorro de energía.
El diseño de iluminación contempla el uso de tecnología LED en la totalidad de los espacios del proyecto, incluyendo algunos ítems de la iluminación exterior. Como características adicionales, el control de la iluminación de todas las áreas del proyecto se hará mediante el uso de diferentes estrategias de control para lo cual se garantiza el apagado en zonas desocupadas por medio de sensores de tecnología DUAL, on-off por horario en las zonas que aplique y uso de dimerización para los grupos de iluminación. Del mismo modo, se planea generar diferentes ambientes en algunos espacios que así lo requieren mediante escenas de iluminación, teniendo en cuenta densidades de potencia de iluminación bajas.

Como medida adicional de ahorro energético, el proyecto también incluirá la instalación de paneles solares en la cubierta del auditorio (3 grupos de 6 cadenas de 12) y en la cubierta de la torre (12 cadenas de 12 módulos separadas). Cada módulo de panel solar fotovoltaico tendrá medidas de 100mm x 200mm con 350VA. El uso de paneles solares ayuda en sobremanera la reducción del consumo de energía en el proyecto.

Por todas las medidas mencionadas anteriormente, es posible estimar que el proyecto lograría un porcentaje de ahorro respecto a la línea base de aproximadamente 16% con posibilidad de alcanzar el 20%. Es importante recalcar que es imperante la realización del modelamiento energético del proyecto para corroborar dicho porcentaje de ahorro.

Prerrequisito 3: Medición del Consumo de Energía por Edificio
Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Diseño
Requerimiento: El proyecto debe contar con medidores de energía permanentes que permitan identificar los consumos totales de agua potable del proyecto y sus zonas comunes aledañas. Los datos de medición deben ser recopilados mensualmente y contar con compilaciones anuales, la toma de

medidas puede ser manual o automatizada. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: El proyecto contará con un medidor totalizador de consumo suministrado por la empresa de energía de Bogotá. En funcionamiento, es necesario implementar por parte de la oficina de administración, operaciones y mantenimiento del edificio, la labor de recopilación de datos de consumo.

Crédito 3: Medición de Energía Avanzada

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño

Requerimiento: Instalar submedición para todas las fuentes de energía utilizadas en el edificio y para cualquier subsistema que represente el 10% o más del consumo total de energía del edificio. La submedición deberá tener medidores permanentes que registren la información en intervalos de una hora o menos y transmitir los datos de forma remota, capacidad para almacenar la información por 36 meses como mínimo y reportar el consumo energético en intervalos de hora, día, mes y año. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: No

Observaciones: De acuerdo con la información suministrada por el proyecto, en el momento no se cuenta con una medición discriminada por subsistema de energía.

Prerrequisito 4: Gestión Básica de Refrigerantes

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Diseño

Requerimiento: No usar CFCs (CloroFluoro Carbonados) en los sistemas HVAC&R del edificio. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: De acuerdo con el documento de diseño para el sistema de acondicionamiento y ventilación mecánica de los laboratorios y el teatro, se

está contemplando la instalación de equipos que usan refrigerante tipo R410A libre de Clorofluorocarbono (CFC), con lo cual se está cumpliendo el requerimiento.

Crédito 4: Respuesta a la Demanda
Puntos posibles: 1 – 2

Etapa: Construcción
Requerimientos: El edificio debe participar en programas de Respuesta a la Demanda existentes en la región y desarrollar un plan para este tipo de procedimientos. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)
Cumplimiento: No
Observaciones: En la actualidad el proveedor de energía en Bogotá no cuenta con la infraestructura requerida para participar en un programa de Respuesta a la Demanda, debido a esto no es posible aplicar a este crédito.

Crédito 5: Producción de la Energía Renovable
Puntos posibles: 1 – 3

Etapa: Diseño
Requerimiento: Se debe lograr una generación de energía a través de fuentes renovables que cubra un porcentaje del total de la energía consumida por el proyecto:

Porcentaje de energía renovable	Puntos
1%	1
5%	2
10%	3

Tabla 12. Porcentaje de energía renovable y su respectivo puntaje
Fuente: Elaboración propia con base a Guía LEED del USGBC

Cumplimiento: Si
Observaciones: El proyecto está considerando la instalación de fuentes de energía renovable, a través del uso de paneles solares fotovoltaicos. La cubierta

de la torre contará con 237 módulos de paneles solares cada uno con potencia de 350 VA. De la misma manera, en la cubierta del auditorio se instalarán 130 módulos fotovoltaicos de 350VA también, para un total de 367 paneles solares en todo el proyecto, con capacidad de producir 128.450 Watts de potencia. Asumiendo que Bogotá es una ciudad con 11 horas de sol al día, este sistema produciría 515.726,75 KW*h/año, un valor considerable de energía que puede lograr a dar cobertura al 5% (2 puntos) de la energía utilizada por el proyecto.

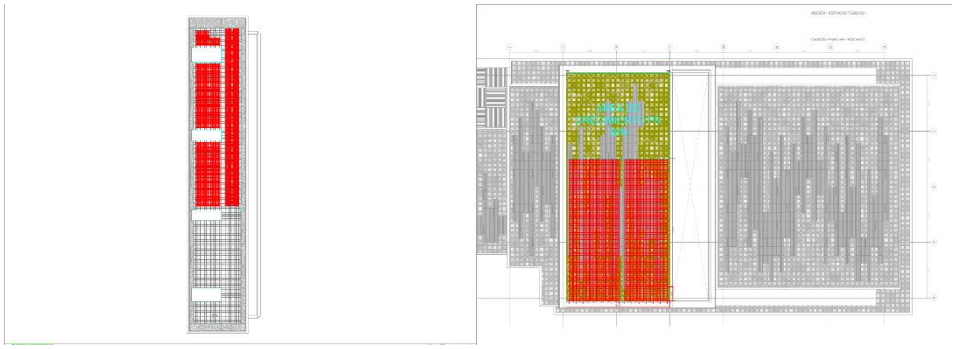


Ilustración 15. Diseño sistema de paneles solares (Torre y auditorio)
Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Paneles solares, plano E05-C357

Crédito 6: Gestión Avanzada de Refrigerantes
Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño
Requerimiento: No usar refrigerantes en el proyecto o escoger sistemas que minimicen el impacto del refrigerante en el ambiente, teniendo en cuenta el *Potencial de Agotamiento del Ozono (ODP)* y el *Potencial de Calentamiento Global (GWP)* del refrigerante a usar. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)
Cumplimiento: Si
Observaciones: De acuerdo con el documento de diseño para el sistema de acondicionamiento y ventilación mecánica de los laboratorios y el teatro, se está contemplando la instalación de equipos que usan refrigerante tipo R410A libre de Clorofluorocarbono (CFC), que tiene un ODP de 0 y un GWP de 1.890. Debido a la carga de refrigerante de los equipos a instalar, se logra cumplir el requerimiento de mínimo impacto al ambiente.

Crédito 7: Energía Verde y Compensaciones de Carbono

Puntos posibles: 1 – 2

Etapa: Construcción

Requerimiento: Realizar un contrato en el que se debe especificar el suministro de por lo menos el 50% o el 100% de la energía del edificio en compensaciones de carbono o certificados de energía renovable (RECs). En el caso de los RECs, estos deben tener el certificado Green-e. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Tal vez

Observaciones: Actualmente el proyecto no contempla la compra de RECs. En caso de aplicar a este crédito, se debe contactar un proveedor y realizar un contrato por al menos cinco (5) años y se lograrían puntos para la certificación.

6.7. Categoría: Materiales y Recursos

Puntos posibles: 13

Prerrequisito 1: Almacenamiento y Recolección de Productos Reciclables

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Diseño

Requerimiento: Proveer áreas que permitan la recolección y almacenamiento de reciclables como papel, cartón, vidrio, plástico y metales, y residuos peligrosos como baterías y lámparas con contenidos de mercurio. Las áreas deben ser de fácil acceso y garantizar el suficiente espacio para el almacenamiento. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: La fase II de la Aduanilla de Paiba cuenta con tres cuartos de basuras ubicados en el sótano 1, uno para el bloque del teatro, otro para el bloque de publicaciones y uno para el bloque de bienestar, laboratorios y aulas. El área total que suman estos espacios es de 66m^2, aquí puede instalarse compartimientos o contenedores para almacenar materiales reciclables como papel, cartón, plástico, vidrio y metales; adicionalmente, existe un cuarto de

residuos especiales en el mismo nivel con 10m^2 de área, donde es posible instalar compartimientos o contenedores para la recolección y almacenamiento seguro de lámparas que contienen mercurio y baterías o desechos electrónicos.

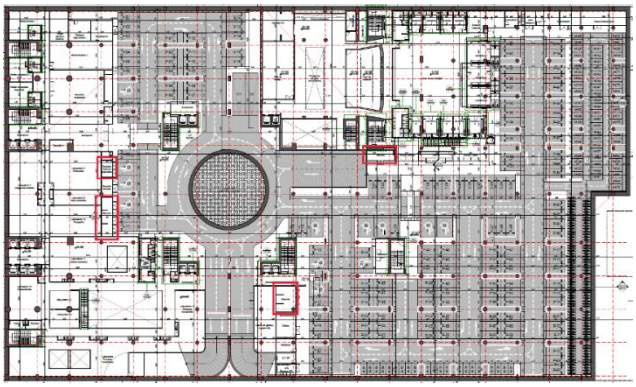


Ilustración 16. Ubicación cuartos para manejo de residuos.
Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Planta General Sótano 1 AG-106

Prerrequisito 2: Planificación de la Gestión de los desechos de Construcción y Demolición

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Construcción
Requerimiento: Desarrollar e implementar un plan de manejo de los residuos durante demolición y construcción que incluya las metas de disposición del proyecto identificando por lo menos 5 materiales a desviar y la cantidad aproximada que representan. Así mismo, especificar cómo será el manejo de los residuos dentro de la obra, si serán separados en sitio o separados por un tercero en otro espacio fuera del proyecto. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)
Cumplimiento: Si
Observaciones: Es importante que en la etapa constructiva sea desarrollado un plan de manejo de residuos en el cual se incluya lo estipulado en los requerimientos. El encargado del área ambiental o del manejo de residuos de construcción debe tener presente las metas de disposición, materiales a desviar y porcentajes, así como el manejo de dichos residuos dentro de la obra.

Crédito 1: Reducción del Impacto de Ciclo de vida del Edificio

Puntos posibles: 2 – 5

Etapa: Construcción
Requerimiento: Desarrollar alguna de las siguientes estrategias:

• Reutilización de un edificio histórico (5 Puntos).
• Renovación de edificio abandonado o en decadencia (5 puntos).
• Reutilización del edificio y sus materiales (2-4 puntos).
• Evaluación del ciclo de vida total del edificio (3 puntos). (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: No
Observaciones: El proyecto está compuesto por edificios completamente nuevos, por tanto, no aplica a la reutilización de estructura. Por otro lado, la opción de realizar un modelo de evaluación de ciclo de vida del edificio para conocer el impacto ambiental del edificio durante su vida útil, es un estudio adicional que implica costos, por lo cual se puede descartar.

Crédito 2: Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción – Declaración Ambiental de Productos
Puntos posibles: 1 – 2

Etapa: Construcción
Requerimiento: Utilizar al menos 20 productos diferentes que sean instalados permanentemente, provenientes de al menos 5 fabricantes diferentes que cuenten con declaraciones ambientales de producto (Environmental Product Declaration-EPD). (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)
Cumplimiento: No
Observaciones: Actualmente en el mercado no existen suficientes productos que cuenten con el documento requerido para este crédito (Declaración ambiental de producto) por lo cual se dificulta su implementación y se descarta.

Crédito 3: Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción – Fuentes de Materias Primas

Puntos posibles: 1 – 2

Etapa: Construcción

Requerimiento: Para un punto es necesario usar productos que cumplan con al menos uno de los criterios de extracción responsables para al menos el 25%, por costo, del valor total de los productos de instalados permanentemente en el proyecto:

• Productos de madera con certificado FSC
• Materiales o productos recuperados, restaurados o reutilizados.
• Materiales o productos con contenido reciclado. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: Es necesario realizar una búsqueda de proveedores con materiales que cumplan los requerimientos para cumplir con el criterio de materiales con contenido reciclado. Aquellos insumos como concreto, acero, drywall, cerámicas, entre otros pueden ser útiles lograr el requerimiento, puesto que tienen un peso importante en el presupuesto.

Crédito 4: Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción – Ingredientes de los Materiales

Puntos posibles: 1 – 2

Etapa: Construcción

Requerimientos: Usar al menos 20 productos diferentes que sean instalados permanentemente, provenientes de al menos 5 fabricantes diferentes, deben usar algún programa (avalado por la certificación) para demostrar un inventario de productos químicos de al menos 0.1% (1000 ppm) o declaración de salud para el producto. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: No

Observaciones: Actualmente en el mercado no existen suficientes productos que cuenten con el documento requerido para este crédito por lo cual se dificulta su implementación y se descarta.

Crédito 5: Gestión de los Desechos de Construcción y Demolición

Puntos posibles: 1 – 2

Etapa: Construcción

Requerimiento: Demostrar la separación de por lo menos 3 materiales y la desviación de al menos el 50% de los residuos producidos, para un (1) punto. Demostrar la separación de por lo menos 4 materiales y la desviación de al menos el 75% de los residuos producidos, para dos (2) puntos. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: Dentro del plan de manejo de residuos a implementar en el proyecto se debe poner como meta lograr cumplir al menos el 75% de residuos desviados de su disposición final en un relleno sanitario, teniendo un registro organizado de todos los tipos de residuos que se produzcan, sus cantidades y disposición.

6.8. Categoría: Calidad Ambiental Interior

Puntos posibles: 16

Prerrequisito 1: Desempeño Mínimo de la Calidad del Aire Interior

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Diseño

Requerimiento:

Requerimientos de Ventilación:

a) Para los espacios mecánicamente ventilados determinar la tasa de aire exterior mínima usando el procedimiento de Rata de Ventilación del estándar ASHRAE 62.1-2010. El proyecto deberá cumplir los requerimientos mínimos del Estándar ASHRAE 62.1-2010, secciones 4 a 7.
b) Para los espacios ventilados naturalmente se debe usar el procedimiento de Ventilación Natural del estándar ASHRAE 62.1-2010. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Requerimientos de Monitoreo:

a) Para espacios mecánicamente ventilados se deben suministrar dispositivos que monitoreen el caudal de aire exterior que ingresa a los espacios interiores. Adicionalmente se requiere que dichos dispositivos arrojen una alarma si el caudal de aire exterior está por debajo del 15% del valor de diseño.
b) Para espacios naturalmente ventilados se debe cumplir al menos una de las siguientes estrategias:

- Monitorear las concentraciones de CO_2 dentro de cada zona térmica. Los sensores de CO_2 se deben instalar a una distancia que esté entre 90 y 180 cm medidos desde el piso y además, deben arrojar una alarma visual o auditiva en caso de que los niveles de CO_2 permitidos se superen en un 10%. Los setpoints deben ser calculados usando los métodos del apéndice C del estándar ASHRAE 62.1-2010. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Tal vez

Observaciones: El proyecto cuenta con un estudio bioclimático que analiza el uso de ventilación natural para la renovación de aire de los espacios interiores de los edificios que componen el desarrollo. Dentro del análisis, se observa las características climáticas del sitio (temperatura, humedad relativa y viento) las cuales sirven como base para definir el comportamiento bioclimático del proyecto.

La ventilación natural dentro de todo el proyecto es analizada mediante modelaciones CFD[1](Dinámica Computacional de fluidos en español), las cuales arrojan el comportamiento del viento en el sitio, como punto de partida para formular estrategias a implementar en los edificios.

[1] Computanional Fluids Dynamics

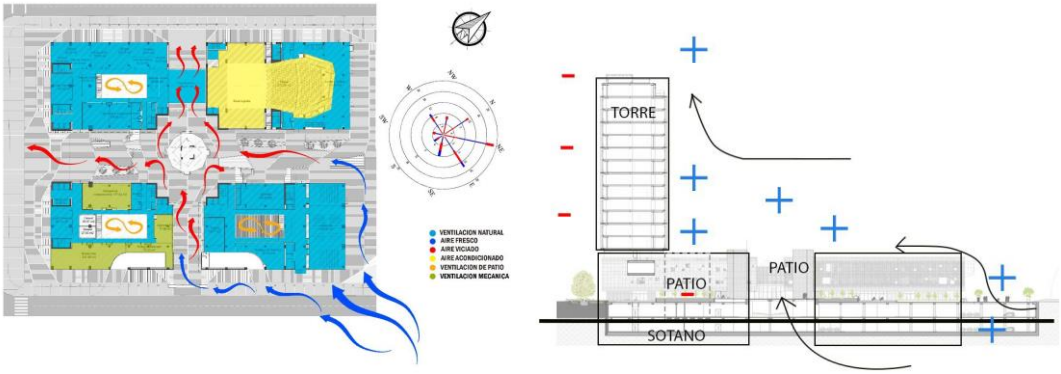


Ilustración 17. Comportamiento del viento planta 1 y corte general.
Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Diseños y estudios bioclimáticos

En el estudio, se hizo el cálculo de las renovaciones de aire al interior de cada uno de los edificios, tomando como referencia el estándar ASHRAE 62.1 2007, demostrando cumplimiento con las tasas de renovación y ventilación en la mayoría de espacios del proyecto (aulas, teatro, oficinas). Los cálculos y las modelaciones en cada uno de los espacios, estipulan que la ventilación natural es viable, siempre y cuando se creen aperturas en los espacios de manera que se permita el flujo libre del aire, los cambios de presión y renovación, por lo cual proponen un sistema de basculantes en fachadas exteriores y vidrios perforados en fachadas y divisiones interiores. Para el teatro, se propone un sistema de dilataciones.

Por otro lado, el estudio propone que se realice ventilación mixta en el teatro/auditorio, instalando un sistema mecánico, al igual que los laboratorios, proponiendo así un sistema de ventilación compuesto por unidades manejadoras de aire para cada espacio, los cuales garantizan las exigencias de la certificación en cuanto a tasas de renovación de aire, filtración y monitoreo mediante sistema de control, como opción principal y más factible. El diseño mecánico, también especifica la extracción mecánica de aire en áreas como baños y sótanos.

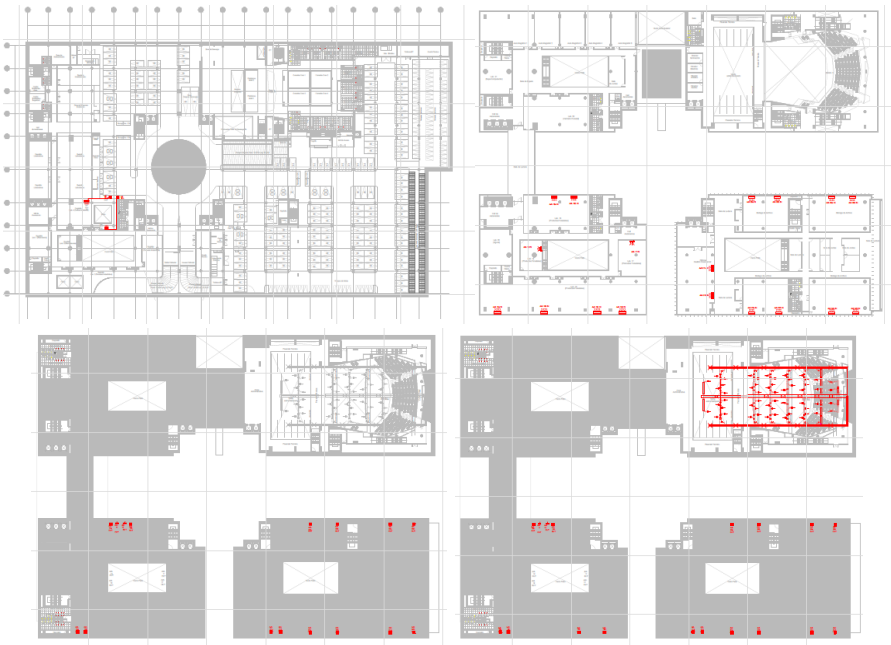


Ilustración 18. Planos distribución de aire Sotano1, Piso 1, Piso 3 y Piso 4

Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Calculo del sistema de acondicionamiento de aire en los laboratorios y auditorio de la Universidad Distrital sede de Paiba

En este punto, el proyecto está cumpliendo parcialmente los requerimientos, puesto que, como complemento al diseño de bioclimático, es necesario instalar 403 medidores de CO_2 en aquellos espacios que hacen uso de ventilación natural y que están regularmente ocupados por largas jornadas. La cantidad fue estimada después de hacer revisión de planos arquitectónicos y el estudio bioclimático, tomando en cuenta cada edificio y nivel, como muestra la siguiente tabla:

EDIFICIO	NIVEL	CANTIDAD
EDIFICIO PUBLICACIONES	Piso 1	7
	Piso 2	15
	Piso 3	17
	Piso 4	0
EDIFICIO LABORATORIOS	Piso 1	1
	Piso 2	2
	Piso 3	3
	Piso 4	0
EDIFICIO BIENESTAR	Piso 1	8
	Piso 2	8
	Piso 3	5
	Piso 4	0

EDIFICIO	NIVEL	CANTIDAD
TORRE	Piso 5	16
	Piso 6	18
	Piso 7	25
	Piso 8	30
	Piso 9	28
	Piso 10	28
	Piso 11	28
	Piso 12	30
	Piso 13	28
	Piso 14	28
	Piso 15	28
	Piso 16	30
	Piso 17	20
	TOTAL	**403**

Tabla 13. Cantidad de sensores de C02 para el proyecto
Fuente: Elaboración propia

Prerrequisito 2: Control del Humo Ambiental del Tabaco

Puntos posibles: Prerrequisito obligatorio

Etapa: Diseño

Requerimiento: Prohibir que se fume dentro del edificio y a una distancia de 7.5 metros de cualquier entrada, toma de aire y ventana operable. Se debe colocar señalizaciones que estén a menos de 3 metros de todas las entradas del edificio, con la finalidad de comunicar la política de no fumar.

Cumplimiento: Si

Observaciones: Es necesario implementar señalizaciones de prohibición del uso de cigarrillo en las entradas principales del proyecto y en todos los espacios de zonas comunes.

Crédito 1: Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior

Puntos posibles: 1-2

Etapa: Diseño

Requerimiento: En este crédito se puede obtener 1 punto si se aplican las siguientes estrategias:

Para espacios ventilados mecánicamente

- Instalar tapetes atrapamugre o sistemas similares en los ingresos del edificio con el fin de capturar mugre y partículas provenientes del exterior.
- Instalar extractores dedicadas para todos los espacios que generen partículas peligrosas, gases o químicos según el estándar ASHRAE 62.1-2010 o un mínimo de 0.50 cfm por pie cuadrado.
- Usar filtros MERV 13 o mayor para la limpieza del aire exterior en cada sistema de ventilación.

Para espacios ventilados naturalmente

- Instalar tapetes atrapamugre o sistemas similares en los ingresos del edificio con el fin de capturar mugre y partículas provenientes del exterior.
- Demostrar que el sistema de ventilación natural propuesto use las estrategias descritas en la sección 2.4 del manual CIBSE.

Si se desea alcanzar un punto adicional se debe cumplir con al menos uno de los siguientes requerimientos:

Para espacios ventilados mecánicamente

- Diseñar el proyecto para minimizar y controlar la entrada de contaminación al interior del edificio.
- Incrementar las tasas de aire exterior por lo menos en un 30% sobre las tasas mínimas del prerrequisito Desempeño Mínimo de la Calidad del Aire Interior.
- Monitoreo de dióxido de carbono (CO_2) dentro de todas las zonas densamente ocupadas.
- Control y monitoreo adicional de fuentes de contaminación.

Para espacios ventilados naturalmente

- Diseñar el proyecto para minimizar y controlar la entrada de contaminación al interior del edificio.
- Evaluar fuentes potenciales de contaminación (adicionales al CO_2) en espacios en donde los contaminantes del aire son probables.
- Cálculos de ventilación natural espacio por espacio.

Cumplimiento: Tal vez

Observaciones: Para lograr un (1) punto en la opción 1 es necesaria la instalación de tapetes atrapamugre en la entrada principal del edificio, ya que la extracción dedicada en cuartos químicos y de copias, y la filtración MERV 13 o mayor, ya se cumple. Es menos viable optar por el punto adicional, puesto que las estrategias descritas son menos viables.

Crédito 2: Materiales de Baja Emisión

Puntos posibles: 1-3

Etapa: Construcción

Requerimiento: Alcanzar los porcentajes máximos de VOC estipulados en la guía para pinturas, recubrimientos, adhesivos, sellantes, alfombras, pisos, aislamientos, etc. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: No

Observaciones: Actualmente en el mercado local los productos de las categorías evaluadas no cuentan con las pruebas de evaluación de emisiones requeridas por este crédito. Por lo tanto, no es posible aplicar a los puntos de este crédito.

Crédito 3: Plan de Gestión de la Calidad del Aire Interior en la Construcción

Puntos posibles: 1

Etapa: Construcción

Requerimiento: Desarrollar e implementar un Plan de Gestión de la Calidad del Aire Interior en la fase de la construcción y en las fases de preocupación donde se incluyan las recomendaciones y medidas exigidas por el capítulo 3 del "IAQ Guidelines For Occupied Building under Construction" de la SMACNA (Sheet Metal and Air Conditioning National Contractors Association). (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si

Observaciones: Este crédito se debe manejar en la fase de construcción para lo cual se crea y ejecuta un plan para la calidad del aire durante la construcción, siendo un crédito totalmente viable, en el cual lo importante es incluir en los

contratos que la constructora del proyecto y los diferentes contratistas tengan en cuenta el tiempo y el presupuesto para la implementación de este plan.

Crédito 4: Estudio de la calidad del aire interior

Puntos posibles: 1-2

Etapa: Construcción

Requerimiento: Cumplir con una de las siguientes opciones:

- Hacer un flush out. Hacer un barrido de aire hasta completar 14.000 pies cúbicos de aire suministrado por cada pie cuadrado de área
- Hacer un estudio de la calidad del aire en el que se midan formaldehidos, ozono, partículas y VOCs entre otros más. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Tal vez

Observaciones: Dado que el proyecto contara con sistema de ventilación mixto (mecánico y natural) en sus espacios, no es posible realizar el proceso de flush out. El estudio de calidad del aire interior implicaría un costo adicional no previsto, por lo cual puede ser evaluado.

Crédito 5: Confort térmico

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño

Requerimiento: Diseñar un sistema de HVAC que cumpla los requerimientos de confort del estándar ASHRAE 55-2010 cuyo requerimiento es mantener los espacios ocupados entre una temperatura de 18 a 24 grados y una humedad relativa entre 40% y 60% y que los espacios tengan controles de confort térmico. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: No

Observaciones: A pesar de que el proyecto está cumpliendo los rangos de temperatura de confort y humedad establecidos en el estándar ASHRAE 55 en más del 80% de los espacios, de acuerdo al estudio bioclimático realizado, no

es posible brindar control de confort térmico en los espacios, pues la mayoría de espacios contaran con ventilación natural como método de acondicionamiento, a lo cual no se le puede aplicar control (termostato).

Crédito 6: Iluminación Interior

Puntos posibles: 1-2

Etapa: Diseño

Requerimiento:

Opción 1 (1 Punto)

- Al menos el 90% de los espacios de ocupación individual en oficinas y áreas administrativas, deben contar con control de iluminación.
- Para los espacios multiocupados que sean compartidos, suministrar sistemas de control multizona que permita a los ocupantes ajustar el nivel de iluminación con al menos 3 niveles de iluminación diferentes (luminarias encendidas, luminarias apagadas y un nivel medio que esté entre el 30% y el 70% de la iluminación instalada en el espacio). (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Opción 2 (1 Punto)

Cumplir las siguientes estrategias:

- Para todos los espacios habitualmente ocupados, usar lámparas con una luminancia de menos de 2,500 cd/m^2 entre 45 y 90 grados desde el punto más bajo.
- Para todo el proyecto, usar luminarias con un CRI de 80 o superior.
- Para al menos el 75% de la carga total de iluminación conectada, usar lámparas que tengan una vida útil nominal (o L70 para fuentes de LED) de al menos 24,000 horas.
- Usar iluminación cenital directa para el 25% o menos de la carga total de iluminación conectada para todos los espacios regularmente ocupados. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Tal vez
Observaciones: Para la opción 2, se cumple con los cuatro parámetros requeridos, razón por la cual, se asume el cumplimiento del crédito.

Crédito 7: Iluminación Natural
Puntos posibles: 1-3

Etapa: Diseño
Requerimiento: Suministrar dispositivos de control de deslumbramiento manual o automáticos para todos los espacios regularmente ocupados del proyecto. Adicionalmente, cumplir con una de las siguientes opciones:

Opción 1: Demostrar a través de una simulación computacional de iluminación natural que se logran niveles de iluminación adecuados en el 55% (para 2 puntos) o el 75% (para 3 puntos) de los espacios regularmente ocupados usando como criterio el parámetro SDA (Spatial Daylighting Autonomy) y la exposición a luz solar anual (ASE).

Opción 2: Demostrar mediante una simulación computacional de iluminación natural que los niveles lumínicos se encuentran entre 300 luxes y 3000 luxes a las 9 am y 3 pm en el 75% (para 1 punto) o el 90% (para 2 puntos) de los espacios regularmente ocupados.

Opción 3: Realizar mediciones con todo el amueblamiento instalado en el proyecto y verificar que los niveles de iluminación en los espacios regularmente ocupados están entre 300 luxes y 3000 luxes (2 o 3 puntos). (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: Si
Observaciones: Dentro del alcance estudio bioclimático realizado para el proyecto está incluido el análisis de luz natural dentro de los edificios del proyecto, arrojando como resultado que más del 75% de las zonas regularmente ocupadas (oficinas, aulas entre otras), contaran con gran incidencia de iluminación natural, cumpliendo con el requerimiento para lograr un (1) punto.

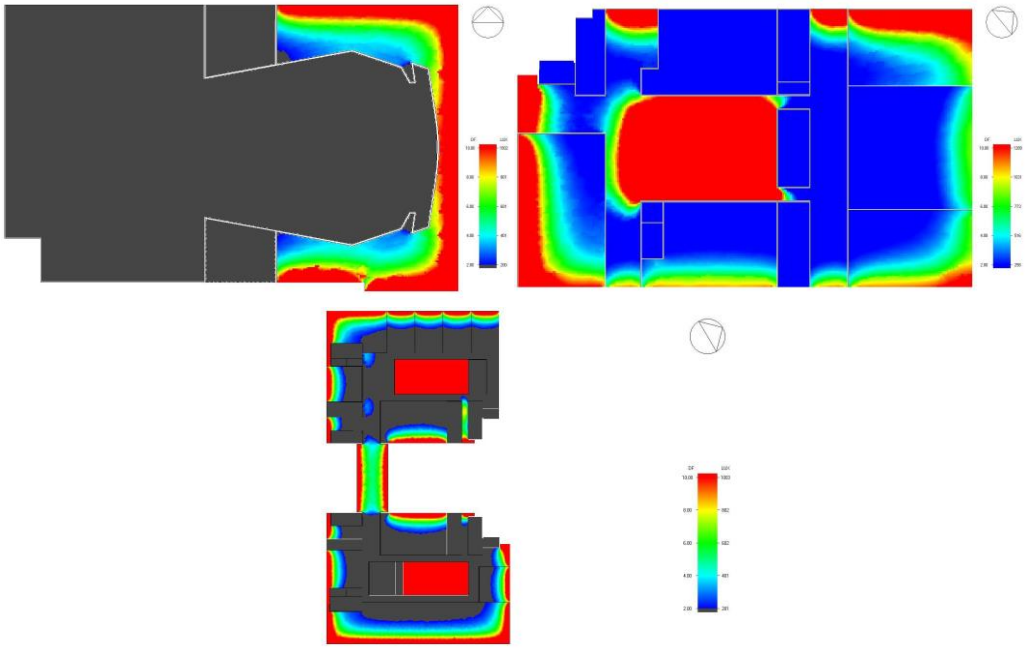


Ilustración 19. Simulación de iluminación natural diferentes niveles del proyecto
Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Diseños y estudios bioclimáticos

Crédito 7: Vistas de Calidad

Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño
Requerimiento: Tener una línea de visión directa hacia el exterior en mínimo el 75% de los espacios regularmente ocupados.

Los cálculos deben incluir obstrucciones permanentes en los interiores, mientras que los muebles movibles pueden ser excluidos. Vistas en atrios interiores pueden ser usados para cumplir hasta un 30% del área requerida. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: No
Observaciones: La fachada de los cuatro edificios hasta el nivel tres (3) contarán con un vidrio serigrafiado, que reduce un poco la visibilidad y directa y calidad de vista desde interior al exterior. A pesar de contar con ventanas amplias en la torre de 14 pisos, la cantidad de espacios con vistas al exterior no es suficiente en este caso para cumplir el requerimiento.



Ilustración 20. Render fachadas edificios del proyecto
Fuente: Consorcio Diseñar (2019) Diseños y estudios bioclimáticos

Crédito 8: Desempeño Acústico
Puntos posibles: 1

Etapa: Diseño
Requerimiento: Para todos los espacios que estarán ocupados se deben cumplir los siguientes requerimientos.

- Ruido de fondo HVAC: Se debe cumplir con el máximo nivel de ruido estipulado por el manual ASHRAE 2011. Para la correcta medición se debe utilizar sonómetro que cumple con la norma ANSIs4.1 tipo I o tipo II.
- Transmisión de sonido: Se debe cumplir con la clase de transmisión de sonido de por lo menos 55.
- Tiempo de Reverberación: Se debe cumplir con el tiempo de reverberación menos a 0.6 segundos. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Cumplimiento: No
Observaciones: El proyecto no cuenta con estudio y diseño acústico actualmente, por tanto, no se puedo optar por este crédito.

6.9. Categoría: Innovación
Puntos posibles: 6

Requerimiento: La categoría *Innovación* (IN) premia los proyectos que incluyen estrategias innovadoras en su diseño, construcción y operación, implementando prácticas de construcción sustentable adicionales a las que están disponibles en las categorías principales de la certificación LEED y/o estrategias que excedan el requerimiento de ciertos créditos dentro del sistema de calificación. Como medida adicional, se valora la inclusión de profesionales acreditados LEED AP (en este caso BD+C (Building Design & Construction) en el equipo del proyecto otorgando un (1) punto. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Observaciones: Se ha determinado que la fase II de la Aduanilla de Paiba puede optar por cuatro (4) puntos a través de esta categoría. Los dos (2) primeros puntos los puede obtener debido a que se exceden los requerimientos del ***crédito 5 de la categoría Ubicación y Transporte: Acceso a Transporte de Calidad*** y ***crédito 3 de la categoría Materiales y Recursos: Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción – Ingredientes de los Materiales.***

Adicionalmente, por las características actuales del proyecto, es viable la creación e implementación de unos documentos denominados ***Plan Educativo Verde*** y una ***Política de Compra de Luminarias con Bajo Contenido de Mercurio*** para ejecutarlos en la etapa operativa del proyecto, lo cual aportaría dos (2) puntos más a la certificación. Por último, se debe realizar el proceso de certificación en compañía de profesionales acreditados LEED AP como asesores durante el proceso, se puede obtener un (1) punto, lo cual se deja en "tal vez" debido a que no se cuenta con el profesional actualmente.

6.10. Categoría: Prioridad Regional

Puntos posibles: 4

Requerimiento: La categoría *Prioridad Regional* (PR) premia a los proyectos que aportan a la resolución de problemas ambientales específicos de una región. El USGBC y la certificación LEED han identificado distintas prioridades ambientales dentro de sus zonas de acción con la finalidad de alentar a los

equipos del proyecto para que se centren en atender sus prioridades ambientales locales. (USGBC, REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION, 2013)

Observaciones: El proyecto tiene la opción de obtener cuatro (4) puntos dentro de esta categoría al ganar cuatro (4) de los créditos catalogados como prioridad regional para la ciudad de Bogotá por el ente certificador.

- Ubicación y Transporte crédito 4: Densidad de los Alrededores y Diversidad de Usos (1 punto).
- Ubicación y Transporte crédito 5: Acceso a Transporte de Calidad (1 punto). Revisar Checklist LEED.
- Sitios Sostenibles crédito 4: Manejo de Aguas Pluviales (1 punto)
- Energía y Atmosfera crédito 5: Producción de Energía Renovable (1 punto)

7. CAPITULO II: EVALUACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS DE LA CERTIFICACIÓN LEED

En este capítulo serán evaluados todos los costos que implican la implementación de la certificación LEED dentro de la Fase II de la Aduanilla de Paiba, teniendo presente las estrategias y requerimientos obligatorios y opcionales que no se están cumpliendo y el valor que implicaría su inclusión, así como los gastos del proceso de certificación ante el USGBC y el GBCI.

7.1. Costos adicionales para obtener la certificación

Posterior al análisis técnico del proyecto a la luz de todos los prerrequisitos y créditos que componen cada una de las categorías de la certificación LEED el resumen detallado de toda la información se encuentre en el Anexo C: Resumen de créditos y prerrequisitos certificación LEED, y se ha obtenido como resultado 48 puntos en "Si" y 18 puntos en "tal vez", logrando un nivel de certificación Básico para la Aduanilla de Paiba Fase II, lo que se evidencia y resume en la Tabla 14. Prerrequisitos y créditos LEED en cumplimiento y la ***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*** a continuación:

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
REQUISITOS MINIMOS DEL PROGRAMA				
REQUISITOS MINIMOS DEL PROGRAMA	DISEÑO	SI	OB	OB
PROCESO INTEGRADO	DISEÑO	SI	OB	1
CATEGORÍA: UBICACIÓN Y TRANSPORTE				
CREDITO 2: PROTECCIÓN DE TIERRAS SUSCEPTIBLES	DISEÑO	SI	1	1
CRÉDITO 3: SITIO DE ALTA PRIORIDAD	DISEÑO	SI	2	2
CREDITO 4: DENSIDAD DE LOS ALREDEDORES Y DIVERSIDAD DE USOS	DISEÑO	SI	5	5
CRÉDITO 5: ACCESO A TRANSPORTE DE CALIDAD	DISEÑO	SI	5	5
CRÉDITO 6: INSTALACIONES PARA BICICLETAS	DISEÑO	SI	1	1
CATEGORÍA: SITIOS SUSTENTABLES				

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
PRERREQUISITO 1: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	SI	OB	OB
CRÉDITO 1: EVALUACIÓN DEL SITIO	DISEÑO	SI	1	1
CRÉDITO 3: ESPACIOS ABIERTOS	DISEÑO	SI	1	1
CRÉDITO 4: MANEJO DE AGUAS PLUVIALES	DISEÑO	SI	3	3
CRÉDITO 5: REDUCCIÓN DEL EFECTO ISLA DE CALOR	DISEÑO	SI	2	1
CATEGORÍA: USO EFICIENTE DEL AGUA				
PRERREQUISITO 1: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL EXTERIOR	DISEÑO	SI	OB	OB
PRERREQUISITO 2: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INTERIOR	DISEÑO	SI	OB	OB
PRERREQUISITO 3: MEDICIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POR EDIFICIO	DISEÑO	SI	OB	OB
CRÉDITO 1: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL EXTERIOR	DISEÑO	SI	2	2
CRÉDITO 2: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INTERIOR	DISEÑO	SI	6	2
CATEGORÍA: ENERGÍA Y ATMOSFERA				
PRERREQUISITO 2: DESEMPEÑO ENERGÉTICO MÍNIMO	DISEÑO	SI	OB	OB
PRERREQUISITO 3: MEDICIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR EDIFICIO	DISEÑO	SI	OB	OB
PRERREQUISITO 4: GESTIÓN BÁSICA DE REFRIGERANTES	DISEÑO	SI	OB	OB
CRÉDITO 2: OPTIMIZACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO	DISEÑO	SI	18	6
CRÉDITO 5: PRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA RENOVABLE	DISEÑO	SI	3	2
CRÉDITO 6: GESTIÓN AVANZADA DE REFRIGERANTES	DISEÑO	SI	1	1
CATEGORÍA: MATERIALES Y RECURSOS				
PRERREQUISITO 1: ALMACENAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE PRODUCTOS RECICLABLES	DISEÑO	SI	OB	OB
PRERREQUISITO 2: PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	CONSTRUCCIÓN	SI	OB	OB
CRÉDITO 3: TRANSPARENCIA Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN-FUENTES DE MATERIAS PRIMAS	CONSTRUCCIÓN	SI	2	1

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
CRÉDITO 5: GESTIÓN DE LOS DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	CONSTRUCCIÓN	SI	2	2
CATEGORÍA: CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR				
PRERREQUISITO 2: CONTROL DEL HUMO AMBIENTAL DEL TABACO	DISEÑO	SI	OB	OB
CRÉDITO 3: PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN LA CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	SI	1	1
CRÉDITO 6: ILUMINACIÓN INTERIOR	DISEÑO	SI	2	1
CRÉDITO 7: ILUMINACIÓN NATURAL	DISEÑO	SI	3	1
CATEGORÍA: INNOVACIÓN				
INNOVACIÓN	DISEÑO	SI	6	4
CATEGORÍA: PRIORIDAD REGIONAL				
PRIORIDAD REGIONAL	DISEÑO	SI	4	4
TOTAL PUNTOS			**71**	**48**

Tabla 14. Prerrequisitos y créditos LEED en cumplimiento

Fuente: Elaboración propia

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
CATEGORÍA: UBICACIÓN Y TRANSPORTE				
CRÉDITO 7: HUELLA REDUCIDA DE ESTACIONAMIENTO	DISEÑO	TAL VEZ	1	0
CRÉDITO 8: VEHÍCULOS EFICIENTES	DISEÑO	TAL VEZ	1	0
CATEGORÍA: SITIOS SUSTENTABLES				
CRÉDITO 2: DESARROLLO DEL SITIO-PROTECCIÓN O RESTAURACIÓN DEL HÁBITAT	DISEÑO	TAL VEZ	2	0
CRÉDITO 5: REDUCCIÓN DEL EFECTO ISLA DE CALOR	DISEÑO	TAL VEZ	1	0
CATEGORÍA: USO EFICIENTE DEL AGUA				
CRÉDITO 2: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INTERIOR	DISEÑO	TAL VEZ	2	0
CATEGORÍA: ENERGÍA Y ATMOSFERA				
PRERREQUISITO 1: COMISIONAMIENTO Y VERIFICACIÓN BÁSICOS	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	TAL VEZ	OB	OB
CRÉDITO 1: COMISIONAMIENTO AVANZADO	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	TAL VEZ	3	0
CRÉDITO 2: OPTIMIZACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO	DISEÑO	TAL VEZ	2	0
CRÉDITO 7: ENERGÍA VERDE Y COMPENSACIONES DE CARBONO	CONSTRUCCIÓN	TAL VEZ	2	0
CATEGORÍA: CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR				

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
PRERREQUISITO 1: DESEMPEÑO MÍNIMO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	DISEÑO	TAL VEZ	OB	OB
CRÉDITO 1: ESTRATEGIAS AVANZADAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	DISEÑO	TAL VEZ	1	0
CRÉDITO 4: ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	CONSTRUCCIÓN	TAL VEZ	2	0
CATEGORÍA: INNOVACIÓN				
CRÉDITO 2: LEED ACREDITED PROFESIONAL	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	TAL VEZ	1	0
TOTAL PUNTOS			**18**	**0**

Tabla 15. Prerrequisitos y créditos LEED posiblemente aplicables (Tal vez)

Fuente: Elaboración propia

7.1.1. Costos para nivel certificado

A pesar de lograr el puntaje el nivel básico de LEED, el cumplimiento total de la certificación del proyecto depende de la implementación obligatoria de ciertos requerimientos que no posee actualmente. Dichos requerimientos hacen referencia a las siguientes actividades que se deben desarrollar y que no están incluidas actualmente en el alcance del proyecto:

- Comisionamiento y verificación básicos: Consiste en la contratación de un profesional ajeno a los equipos de diseño, para realizar una auditoría al proceso de diseño, instalación y puesta en marcha de los sistemas electromecánicos (eléctrico, iluminación, HVAC, etc.) que hacen parte del proyecto. Para la certificación LEED es obligatorio la inclusión de esta persona que es denominada *Autoridad de Comisionamiento*.
- Modelamiento Energético: Simulación por medio de un software o programa de diseño, en el cual se usan como datos de entrada características de del proyecto (arquitectura, materiales de fachada, sistemas electromecánicos, entre otros) y datos climáticos del lugar para diseñar un caso base convencional y un caso de diseño del edificio y de esta manera correr el comportamiento energético de la edificación durante un año completo para determinar y proyectar la cantidad de energía consumida, si costo y el ahorro respecto a la comparación en caso base y de diseño.

- Sensores de CO_2: Instrumentos de monitoreo de la calidad de aire interior que permiten conocer la concentración de dióxido de carbono en un espacio y emitir una alarma visual cuando los rangos normales de concentración se han sobrepasado en el espacio. Deben ser instalados obligatoriamente en las zonas naturalmente ventiladas para avisar a los ocupantes cuando abrir las ventas para el ingreso de aire.

Los costos de las estrategias obligatorias mencionadas anteriormente para lograr y asegurar la certificación LEED del proyecto en un nivel certificado son evaluados en la Tabla 16. Costos adicionales de medidas obligatorias a implementar, lo que representa un costo total adicional de $225.900.000.

Prerrequisito Crédito	Ítem	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (sin IVA)	Costos total (sin IVA)	Observaciones
NIVEL: CERTIFICADO						
CATEGORIA: ENERGIA Y ATMOSFERA						
PRERREQUISITO 1: COMISIONAMIENTO Y VERIFICACIÓN BÁSICOS	Honorarios por servicio profesional de Comisionamiento y verificación básica	N/A	1	$ 80.000.000	$ 80.000.000	Profesional para desempeñar el rol de agente de comisionamiento y desarrollar proceso de asesoría en comisionamiento. Requisito obligatorio-
PRERREQUISITO 2: DESEMPEÑO ENERGÉTICO MÍNIMO	Modelamiento energético del proyecto	N/A	1	$ 25.000.000	$ 25.000.000	Es obligatorio realiza el modelamiento energético de proyecto para conocer el porcentaje exacto de ahorro respecto a la línea base.
CATEGORIA: CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR						
PRERREQUISITO 1: DESEMPEÑO MÍNIMO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	Sensores de CO2	N/A	403	$ 300.000	$ 120.900.000	Los sensores de CO2 deben instalarse en espacios que hacen uso de ventilación natural y regularmente ocupados por largas jornadas.
COSTO TOTAL ADICIONAL					**$ 225.900.000**	

Tabla 16. Costos adicionales de medidas obligatorias a implementar

Fuente: Elaboración propia

El proyecto contaría con el nivel básico de certificación con la implementación de las medidas mencionadas anteriormente para tres prerrequisitos, los cuales tienen un costo adicional en el presupuesto de $225.900.000 de pesos, siendo el 0.092% del presupuesto inicial del proyecto, se considera un porcentaje bajo

de afectación en comparación al valor total del proyecto, por lo que se establece una gran viabilidad en la implementación de la certificación LEED en este nivel.

7.1.2. Costos para nivel plata

Por otro lado, para lograr subir el nivel de certificación del proyecto, es posible incluir más estrategias y medidas que permiten aumentar el número de puntos obtenidos, convirtiendo varios de aquellos créditos que se encuentran en "Tal vez" en objetivo a cumplir en "Si".

Con la intención de darle un enfoque objetivo a la selección de las estrategias a implementar para aumentar el puntaje del proyecto en la certificación, se han revisado todas las estrategias en "Tal vez" y se le ha asignado un nivel de importancia y complejidad. La importancia y la complejidad están compuesta por tres niveles cada una (Alto, medio y bajo) y se han definido de la siguiente manera:

- La importancia puede verse como cuan significativo y trascendente es para el proyecto y la certificación optar por esa estrategia y crédito
- La complejidad puede entenderse como cuan complicado es la implementación de la estrategia para el proyecto.

Con base a lo anterior, se ha hecho la clasificación y tipificación de las estrategias para seleccionar las que más se ajusten a los conceptos facilidad, viabilidad y economía. Tabla 17. Evaluación de medidas opcionales a implementar para nivel plata muestra la evaluación que se ha mencionado anteriormente.

Prerrequisito/ Crédito	Ítem	Importancia	Complejidad	Observaciones
NIVEL: PLATA				
CATEGORIA: UBICACIÓN Y TRANSPORTE				
CRÉDITO 7: HUELLA REDUCIDA DE ESTACIONAMIENTO	Señalización de espacios para vehículos de viaje compartido (carpool)	Media	Baja	La señalización de los espacios no implica un costo considerable que puede ser despreciable debido a que es solo aplicación de pintura.

Prerrequisito/ Crédito	Ítem	Importancia	Complejidad	Observaciones
CRÉDITO 8: VEHÍCULOS EFICIENTES	Señalización de espacios para vehículos verdes	Media	Baja	La señalización de los espacios no implica un costo considerable que puede ser despreciable debido a que es solo aplicación de pintura.
CRÉDITO 8: VEHÍCULOS EFICIENTES	Instalación de puntos de carga para vehículos de baja emisión	Media	Media	Los puntos de carga deberán ser de capacidad de carga Nivel 2 (208-240 voltios) o mayor.
CATEGORIA: SITIOS SUSTENTABLES				
CRÉDITO 2: DESARROLLO DEL SITIO-PROTECCIÓN O RESTAURACIÓN DEL HÁBITAT	Zonas verdes	Media	Alta	Las zonas verdes a instalar deben contemplar los lineamientos del diseño paisajístico y de la certificación (no riego, especies nativas).
CRÉDITO 5: REDUCCIÓN DEL EFECTO ISLA DE CALOR	Especificación y uso de materiales reflectantes para cubierta (SRI) y materiales de colores claros (SR) para zonas duras exteriores y de terraza	Media	Media	La especificación y uso de materiales reflectantes para cubierta y materiales de colores claros para zonas duras exteriores y de terraza no implica un costo considerable que puede ser despreciable.
CATEGORIA: USO EFICIENTE DEL AGUA				
CRÉDITO 2: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INTERIOR	Grifería de lavamanos ref TEL 103 TOTO consumo 1,32 lpm	Media	Media	Buscar referencias más ahorradoras para sanitario y grifería de lavamanos.
CRÉDITO 2: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INTERIOR	Ducha aluvia corona consumo 5,84 lpm	Media	Media	Buscar referencias más ahorradoras para sanitario y grifería de lavamanos.
CATEGORIA: ENERGIA Y ATMOSFERA				
CRÉDITO 1: COMISIONAMIENTO AVANZADO	Comisionamiento Avanzado	Alta	Media	Profesional para desempeñar el rol de agente de comisionamiento y desarrollar proceso de asesoría en comisionamiento. Requisito obligatorio.
CRÉDITO 7: ENERGÍA VERDE Y COMPENSACIONES DE CARBONO	RECs – Certificados de Energía Renovable	Baja	Alta	Contactar un proveedor y realizar un contrato por al menos cinco (5) años y se lograrían puntos para la certificación.
CATEGORIA: CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR				
CRÉDITO 1: ESTRATEGIAS AVANZADAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	Tapetes atrapamugre	Media	Baja	Los tapetes atrapamugre deben tener un ancho igual a la entrada donde será ubicado y un largo de mínimo dos metros de largo en la dirección de la entrada.
CRÉDITO 4: ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	Estudio de calidad de aire interior	Baja	Alta	Estudio de calidad del aire interior en el edificio para evaluar los niveles de compuestos tóxicos del edificio mediante pruebas.
CATEGORIA: CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR				
CRÉDITO 2: LEED ACREDITED PROFESIONAL	Profesional con acreditación LEED AP	Alta	Media	Se debe realizar el proceso de certificación en compañía de un profesional acreditado LEED AP como asesor durante el proceso.

Tabla 17. Evaluación de medidas opcionales a implementar para nivel plata

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar las estrategias aplicables, aquellas que tienen un nivel de importancia medio y alto, y nivel de complejidad bajo y medio fueron seleccionadas, con lo cual siete (7) estrategias son elegidas para el análisis de costos. Varias de las estrategias no tienen costo puesto que su implementación

no representa valor adicional alguno. La estrategia de comisionamiento avanzado y del profesional acreditado LEED, pueden ser cubiertas por la inversión en el profesional a cargo del comisionamiento básico.

Prerrequisito Crédito	Ítem	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (sin IVA)	Costos total (sin IVA)
NIVEL: PLATA					
CATEGORIA: UBICACIÓN Y TRANSPORTE					
CRÉDITO 7: HUELLA REDUCIDA DE ESTACIONAMIENTO	Señalización de espacios para vehículos de viaje compartido (carpool)	N/A	18	-	-
CRÉDITO 8: VEHÍCULOS EFICIENTES	Señalización de espacios para vehículos verdes	N/A	18	-	-
CRÉDITO 8: VEHÍCULOS EFICIENTES	Instalación de puntos de carga para vehículos de baja emisión	N/A	7	$ 6.000.000	$ 42.000.000
CATEGORIA: SITIOS SUSTENTABLES					
CRÉDITO 5: REDUCCIÓN DEL EFECTO ISLA DE CALOR	Especificación y uso de materiales reflectantes para cubierta (SRI) y materiales de colores claros (SR) para zonas duras exteriores y de terraza	N/A	-	$ -	$ -
CATEGORIA: ENERGIA Y ATMOSFERA					
CRÉDITO 1: COMISIONAMIENTO AVANZADO	Comisionamiento Avanzado	N/A	1	$ -	$ -
CATEGORIA: CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR					
CRÉDITO 1: ESTRATEGIAS AVANZADAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	Tapetes atrapamugre	UN	25	$ 270.000	$ 6.750.000
CATEGORIA: CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR					
CRÉDITO 2: LEED ACREDITED PROFESIONAL	Profesional con acreditación LEED AP	N/A	1	$ -	$ -
COSTO TOTAL ADICIONAL					$ 73.750.000

Tabla 18 Costos adicionales de medidas opcionales para nivel plata
Fuente: Elaboración propia

Las siete (7) estrategias a implementar representan ocho (8) puntos adicionales que sumados a los 48 del nivel certificado, totalizarían 56 puntos para asegurar el nivel plata del proyecto. Para que el proyecto adquiera la certificación en el nivel plata es necesario realizar una inversión adicional a la hecha en el nivel certificado de $73.750.000. A pesar de la inversión adicional, continúa siendo un porcentaje bajo de afectación en comparación al presupuesto inicial del proyecto, en alrededor del 0,122%.

Teniendo en cuenta lo planteado previamente, se entiende que los costos adicionales de la certificación LEED en el proyecto hacen viable su implementación.

7.2. Costos del proceso de certificación ante el ente certificador

El GBCI (Green Business Certification Inc) también conocido como ente certificador, es la entidad encargada de proveer y promover el desarrollo técnico de la certificación, manejar el negocio de la construcción sostenible y avalar el cumplimiento de certificación LEED para los proyectos que deciden aplicarla. Esta entidad es quien presta la plataforma electrónica para documentar el proceso y quién pone a disposición un equipo de revisores y profesionales que avalan el proceso de certificación, por lo cual cobra unos honorarios o tarifas relacionadas al registro del proyecto y la revisión de la información que demuestra la implementación de la certificación.

Ahora si bien el costo de registro y certificación es tal vez es factor más influyente en el costo adicional generado por la certificación LEED, este costo es una tarifa fija y plana pagadera en el momento de registro. La tarifa de la certificación depende del sistema de clasificación y el tamaño del proyecto, que para la Fase II de la Aduanilla de Paiba se detalla a continuación:

Tarifas de diseño y construcción de edificios						
Tarifas de diseño y construcción de edificios por edificio	**Miembros nivel Silver, Gold y Platinum**		**No miembros del USGBC**		**Costo (Dólares)**	**Costo (Pesos)**
Registro	$1.200		$1.500		$1.500	$5.655.150
TOTAL					**$1.500**	**$5.655.150**
Revisión de certificación combinada: Diseño y construcción	**Tasa ($/sf)**	**Mínimo**	**Tasa ($/sf)**	**Mínimo**	**Costo (Dólares)**	**Costo (Pesos)**
Área bruta del proyecto (excluyendo estacionamiento): 500,000 - 749,999 pies cuadrados	0,05	$27.500	0,06	$33.000	$33.000	$124.413.300
			TOTAL		**$33.000,00**	**$ 124.413.300**
Revisión dividida: Diseño						
Área bruta del proyecto (excluyendo estacionamiento): 500,000 - 749,999 pies cuadrados	0,041	$22.500	0,049	$26.625	$26.625	$100.378.913
TOTAL					**$26.625**	**$100.378.913**
Revisión dividida: Construcción						
Área bruta del proyecto (excluyendo estacionamiento): 500,000 - 749,999 pies cuadrados	0,014	$7.500	0,016	$8.875	$8.875	$33.459.638
TOTAL					**$8.875**	**$33.459.638**

Tabla 19. Tarifas del ente certificador para proceso de certificación LEED

Fuente: Elaboración propia con base a LEED Certification Fees

Para determinar los anteriores valores fue necesario el área total construida o bruta del proyecto sin parqueaderos, que suma 49.448,09 m^2 o 532.254,81 ft^2. La tasa de cambio para el dólar tomada para la conversión de moneda es de 3.770,1 pesos. Con estos datos se clasifica el proyecto en el área que le corresponde y se procede a utilizar la tarifa correspondiente.

La Universidad Distrital como dueño del proyecto, actualmente no es miembro del UGSBC, de la misma manera, ninguno de los contratistas vinculados al desarrollo del mismo. Por tal razón, es tomada la tarifa plena cobrada a entidades no miembros, como se evidencia en la Tabla 19. Tarifas del ente certificador para proceso de certificación LEED, el costo de registro del proyecto es de 1.500 dólares o de $5.655.150 de pesos colombianos.

Se realiza el análisis de desarrollar la revisión por parte del ente certificador de manera combinada o dividida por etapas (Diseño y construcción por aparte), obteniéndose los siguientes resultados:

	DOLARES	**PESOS**
COSTO COMBINANDO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	**$33.000**	**$124.413.300**
COSTO DISEÑO+CONSTRUCCIÓN	**$35.500**	**$133.838.550**

Tabla 20. Costos de revisión del proyecto (Combinado o divido por etapa)
Fuente: Elaboración propia con base a LEED Certification Fees

De lo evidenciado previamente, se recomienda realizar la revisión de diseño y construcción de manera combinada optimizando los recursos del proyecto ante el ente certificador.

7.3. Costo total de inversión por la certificación LEED

El costo total de inversión se determina tomando en cuenta los costos de inversión adicional para lograr el nivel certificado y el nivel plata, así como las tarifas del registro y proceso de certificación, analizados anteriormente.

Concepto	Valor
Estrategias nivel certificado	$225.900.000
Estrategias nivel plata	$73.750.000
Proceso de certificación	$124.413.300

Tabla 21. Resumen costos para obtener la certificación LEED

Fuente: Elaboración propia

El presupuesto total inicial del proyecto de acuerdo a la información recopilada es de $245.850.281.818. El impacto financiero al presupuesto se realiza revisando el costo total de la certificación básica (incluyendo los gastos por el proceso de certificación ante el ente certificador) y de la misma manera, el costo total de la certificación plata.

Concepto	Valor	% de inversión
Nivel certificado (Costo medidas adicionales + Costos proceso certificación)	$350.313.300	0,142%
Nivel plata (Costo medidas adicionales + Costos proceso certificación)	$424.063.300	0,172%

Tabla 22. Costo total por nivel de certificación y porcentaje de sobrecosto

Fuente: Elaboración propia

El porcentaje de impacto al presupuesto oficial de la Fase II de la aduanilla de Paiba, está alrededor de 0,142% para lograr la certificación nivel certificado y de 0,172% para alcanzar el nivel plata. Dada la poca diferencia entre los dos niveles de certificación y el que el valor adicional para pasar de certificado a plata no es considerable dentro del presupuesto, se sugiere tomar como objetivo lograr certificar el proyecto en nivel plata.

7.4. Beneficios de la certificación

La inversión y los costos adicionales para obtener la certificación LEED de la aduanilla de Paiba Fase II, no representan más del 1% del presupuesto actual, reflejando que, por un proyecto de grandes proporciones y escala considerable, la inversión para obtener una certificación en construcción sostenible es realmente viable.

Con la intención de conocer que tan beneficiosa es la inversión en una certificación LEED, se revisa el ahorro que puede obtenerse en operación por la estrategias que repercuten directamente en la generación de costos durante el funcionamiento del proyecto (agua y energía, principalmente), para lo cual se plantea un análisis de retorno de inversión, sin embargo, puesto que el proyecto en si ya incluía características que aportan tanto a la obtención de la certificación como al ahorro en operación, el retorno de inversión de la certificación en este caso está visto en factores que no pueden monetizarse en este momento.

En el caso de los aparatos sanitarios, iluminación de tecnología LED, paneles solares, entre otros ítems, la reducción de consumos en la operación y por ende la disminución de costos se asegura, son medidas que vienen siendo contempladas desde el diseño del proyecto sin la intención de perseguir la certificación LEED, solo bajo la premisa de ofrecer un proyecto eficiente y de acorde con tendencias de diseño actual. En ese orden de ideas, la certificación ofrecería el beneficio de corroborar ante un ente internacional y darle el prestigio al proyecto de que en realidad es una construcción sostenible como un valor agregado que perdurará por la vida útil de las edificaciones.

La movilidad sostenible es uno de los elementos determinantes para la lucha contra el cambio climático. Uno de los grandes contaminantes son los vehículos de combustión interna, su grado de contaminación es tan alto que el trasporte en América Latina y el Caribe representa más del 20% de las emisiones de CO2 en la región. Es de gran importancia tomar medidas que direccionen a la "sustitución de los automóviles existentes hacia aquellas opciones de bajas emisiones en su uso, como son los vehículos híbridos y los eléctricos" (COLOMBIA, 2019), dichos vehículos eléctricos (EVs) han sido entendidos como aquellos medios de transporte que involucran una propulsión sostenible con el medio ambiente, estos tipos vehículos son incentivados por la certificación LEED y por el gobierno Colombiano, los usuarios acreedores de estos vehículos podrán tener una reducción en el pago de impuestos y adicionalmente estarán exentos de la medida de pico y placa en todo el país. El proyecto Fase II Aduanilla de Paiba gracias a la implementación de la certificación tendrá esta medida como parte de sus estrategias sostenibles.

Adicionalmente estimula la estrategia de vehículos tipo carpool y aunque es un paradigma la movilidad sostenible, favorece el traslado a través de la promoción de la peatonalización de las principales calles, el uso de la bicicleta a través de sendas exclusivas, y la prioridad del transporte público a partir de mejoras y facilitaciones de acceso. Sin embargo, el gran dilema era cómo incorporar a los autos en este paradigma, considerando el gran impacto que generan, para esto la solución es una tendencia internacional que ayuda a reducir el tráfico y caos vehicular, y cuidar el ambiente. Es una estrategia viable debido a que no generan costos adicionales, por el contrario, es una manera sencilla de viajar varias personas en un mismo vehículo para llegar a un destino común.

Es posible ver como gran beneficio la implementación de materiales con características que favorezca al aislamiento térmico dentro del proyecto, por razones tanto internas como externas. El uso de materiales con alto índice de reflectancia solar en la cubierta del proyecto, ayuda a que la radiación solar del día a día no sea absorbida, por tanto, el interior de las edificaciones del proyecto no va a presentar aumento de temperatura, manteniendo el confort y una temperatura adecuada para los usuarios. Adicionalmente, si se usan materiales con una reflectancia solar importante en las zonas duras y terrazas de las edificaciones del proyecto, esto ayuda a que no se genere un efecto isla de calor en el sitio, ayudando a que el microclima sea favorable para el entorno de la edificación.

El comisionamiento es un proceso técnico muy beneficioso para el proyecto puesto que ayuda a realizar una auditoria exhaustiva a los sistemas electromecánicos y equipos que consuman energía dentro del proyecto. Generalmente en los proyectos del país, este tipo de procesos son tomados y revisados de manera muy básica, lo que a veces produce sobredimensionamiento de los sistemas, errores en procesos constructivos, no cumplimiento de las especificaciones de los proyectos, lo que en suma trae un problema en común denominado sobrecostos. El comisionamiento básico y avanzado es una herramienta para que el dueño del proyecto tenga la seguridad que todo lo deseado, diseñado y especificado sea materializado

correctamente en el proyecto, por tal razón es un beneficio su implementación en la Fase II de la Aduanilla de Paiba.

Por otro lado, los mayores beneficios que ofrece la certificación al proyecto son de carácter cualitativo, como lo es el confort y bienestar a los ocupantes, lo que se traduce en ambientes de trabajo y estudio muy productivos donde la ausencia o inasistencia de los usuarios por temas relacionados con enfermedades puede verse reducida. Así mismo, gracias a LEED, la institución puede mejorar la imagen por hacer parte de la lucha al cambio climático, hacer su contribución para el desarrollo sostenible y convertirse en ejemplo para proyectos similares de entidades similares.

Por lo visto anteriormente, los beneficios de la certificación tienden a ser cualitativos y no cuantitativos, tomando en cuenta resultados que son vistos como características que no se pueden traducir fácilmente a un tipo de valor monetario, por tanto, para efectos del presente trabajo no es necesario tener la precisión acerca del periodo de retorno porque este tema requiere de una investigación posterior en cuanto se cuente con datos precisos y cifras claras de conceptos como consumos y características de operación para traducir todo en términos cualitativos.

8. CAPITULO III: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA CERTIFICACIÓN LEED PARA EL PROYECTO

Las construcciones verdes han mostrado un ahorro de dinero gracias a la reducción en el consumo de agua, electricidad y con costos operacionales y de mantenimiento más bajos en el largo plazo. El ahorro generado en dichos proyectos generalmente supera cualquier costo adicional de diseño y construcción, adicionalmente la inversión se recupera en un periodo razonablemente corto.

8.1. Ventajas para el proyecto

La certificación LEED proporciona beneficios ambientales y financieros tanto para los propietarios como para los usuarios de los edificios.

Los edificios con certificación LEED están diseñados para:

- Soportar menores costos de operación y aumentar el valor de los activos.
- Reducir los residuos enviados a los vertederos.
- Conservar la energía y el agua.
- Ser más saludables y más seguros para los ocupantes.
- Reducir las emisiones de gases nocivos de efecto invernadero.
- Beneficiarse de desgravaciones fiscales, permisos de zonificación y otros incentivos en cientos de ciudades.
- Demostrar el compromiso del propietario con el cuidado del medioambiente y con la responsabilidad social. (COUNCIL S. G., 2016)

8.1.1. Incentivos tributarios de la Resolución 463 de 2018.

Esta resolución fue desarrollada por la UPME – Unidad de Planeación Minero Energética, adscrita al Ministerio de Minas y Energía. Involucra a la ANLA – Autoridad Nacional de Licencias Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y establece el procedimiento para la aplicación de incentivos para impulsar proyectos de uso racional y eficiente de la energía

eléctrica, los cuales pueden ser medidas activas o pasivas, e incluye servicios relacionados los cuales solamente pueden aplicar al beneficio de renta.

El concepto técnico favorable emitido por la UPME, para cada proyecto en particular, es un requisito indispensable para que el solicitante continúe con el trámite ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales- ANLA y obtener la Certificación de Beneficio Ambiental de conformidad con lo dispuesto en las resoluciones mencionadas en el artículo mencionado. (ENERGÉTICA-UPME, 2018)

Los beneficios planteados son:

- Descuento en el impuesto de renta.
- Exclusión del IVA.

Las medidas activas de eficiencia energética que plantea la resolución incluyen los siguientes ítems:

- Alumbrado público.
- Bombas hidráulicas.
- Distritos térmicos.
- Motores eléctricos (ascensores, escaleras y rampas eléctricas).
- Sistema de aire acondicionado.
- Sistema de iluminación y su control.
- Variadores de velocidad o de frecuencia.

Las medidas pasivas en cuanto a mejora en el diseño, la construcción y adecuación arquitectónica, se encuentran las siguientes opciones:

- Aislamiento térmico para edificaciones.
- Extractores eólicos.
- Fachada de control solar o sistemas de ventanera
- Pinturas térmicas e impermeabilizantes con alta reflectancia solar.

- Servicios de diseño de los sistemas mencionados anteriormente (alumbrado público, bombas hidráulicas, distritos térmicos, sistemas de aire acondicionado, etc.).
- Servicios de Commissioning, Modelamiento energético.

Los proyectos que desean acogerse a la resolución debe demostrar que se encuentran en proceso de obtención de alguna de las siguientes certificaciones en construcción sostenible vigentes en el país: LEED, EDGE o CASA.

La Resolución 463 de 2018 plantea claramente el trámite y sus procedimientos a realizar para obtener los incentivos tributarios, como lo muestra el siguiente diagrama:

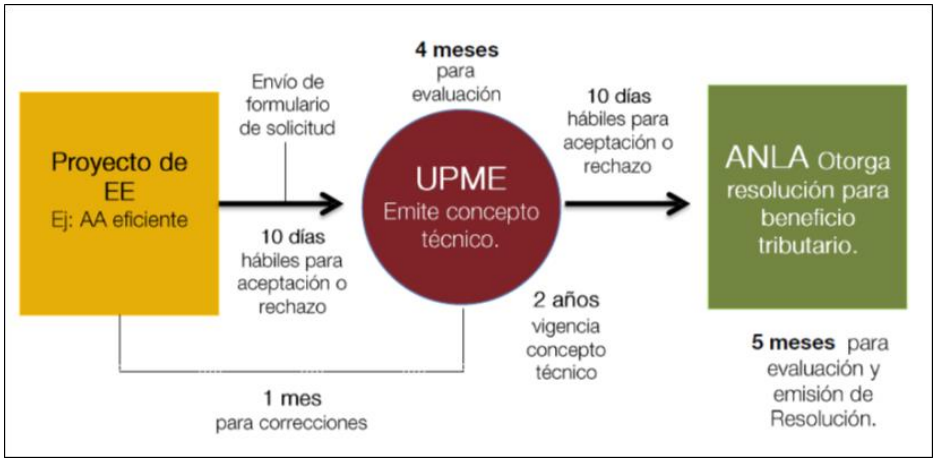


Ilustración 21 Trámite ante UPME

Fuente: Resolución 463/2018

El proceso toma tiempos que dependen del trámite ante cada una de las entidades que tienen incidencia. La UPME tarda alrededor de cuatro (4) meses para hacer la revisión técnica y emitir el concepto técnico por cada medida de eficiencia energética que se presente. Por su lado, la ANLA, puede tardar aproximadamente (5) meses para la revisión del cumplimiento de normas ambientales de cada medida. Debido a los tiempos mencionados anteriormente, es importante que desde la etapa de planeación del proyecto se tome en consideración el proceso y sus trámites para no presentar contratiempos en el cronograma de compras y adquisición de los materiales y sistemas que podrán acogerse a los beneficios de la certificación.

En el alcance del presente trabajo no está el estudio de la obtención de los beneficios tributarios para la Fase II de la aduanilla de Paiba como proyecto de la Universidad Distrital. Sin embargo, es sabido que por disposiciones de legales de la DIAN, las entidades de educación superior no son contribuyentes del impuesto a la renta y tampoco son responsables del impuesto al valor agregado IVA. (Segovia & Sierra, 2011)

A pesar de ello, el constructor del proyecto podría optar por acogerse a la resolución en su nombre para beneficiarse de la exención en renta e IVA, aplicando por medidas activas de eficiencia energética por los paneles solares, el sistema de iluminación y control, sistema HVAC de los laboratorios y el auditorio. En medidas pasivas pueden aplicar por el servicio de comisionamiento y modelamiento energético. Al estar tras una certificación LEED nivel plata, es posible también aplicar por este tipo de beneficios para el proyecto.

8.1.2. Impactos ambientales con la implementación de la certificación LEED

8.1.2.1. Calidad del aire al interior del edificio

Desde lo impactos ambientales, se puede inferir que la implementación de la certificación en el proyecto disminuirá el nivel de importancia de diversos impactos, especialmente en aquellos que tienen relación con la calidad del aire, en donde la mejor forma de liberarse de las sustancias contaminantes en el interior es eliminarlas o controlar su fuente de emisión, sin embargo, una ventilación adecuada será el mejor aliado para eliminarlas.

Las principales estrategias planteadas por la certificación LEED para mejorar la calidad del aire interior son las siguientes:

- Prohibir fumar dentro del edificio, cerca de los accesos, ventanas operables y tomas de aire.

- Proteger el aire que entra en el edificio ubicando las tomas de aire lejos de las posibles fuentes de escape (humo de tabaco o de coches).
- Emplear materiales ecológicos, tanto en la construcción como en las intervenciones de rehabilitación.
- Desarrollar y seguir un plan de gestión de la calidad del aire interior para la construcción que evite la acumulación de polvo y partículas, e incluya una protección contra la humedad.
- Realizar pruebas para localizar la presencia sustancias contaminantes. En el caso de detectarse dichas sustancias, incluir un sistema de ventilación que trate tales emisiones.
- Diseñar el proyecto teniendo en cuenta una ventilación adecuada, en función de la ocupación y la actividad que se realiza en cada uno de los locales. El sistema de ventilación (natural o mecánico) ha de poder suministrar los intercambios de aire necesarios, adicionalmente se recomienda el uso de sensores de CO2 para las zonas sin ventilación mecánica.
- Emplear filtros de aire con alta clasificación MERV (Minimum efficiency reporting value, MERV), una escala de medición que mide la efectividad de los filtros de aire. (Cuanto mayor es la clasificación MERV, mayor es la cantidad de partículas capturadas por el filtro).
- Antes de la ocupación, realizar un procedimiento de flush-out (escape del aire viciado y reemplazo por aire fresco) exterior que elimine los contaminantes en el aire.
- Instalar rejillas en los accesos o alfombras lavables, de manera que se eliminen las sustancias contaminantes adheridas en el calzado. (SIBER, 2016)

8.1.2.2. Eficiencia del agua

El impacto ambiental debido al aumento continuado del consumo del agua, consiste en la reducción del agua presente en ríos, arroyos, acuíferos subterráneos y cuerpos de agua dulce. Se estima que el 70% del planeta está cubierto por agua, y sólo el 1% es agua dulce. Además, sólo el 35% del agua que consumimos vuelve a los mismos, mientas que el 65% restante vuelve al sistema de suministro de agua, después de ser usada. (SERRANO, 2014)

La certificación LEED establece numerosos criterios a cumplir con respecto a la eficiencia del agua en la categoría *Uso Eficiente del Agua*, sin embargo, principalmente se puede resumir en las siguientes ideas:

- Reducir la cantidad de agua necesaria en edificios y el exterior de los mismos.
- Reducir el consumo de agua municipal.
- Reducir la necesidad de tratamiento de las aguas residuales.
- Aprovechamiento del agua de lluvia para las necesidades de agua interior y exterior (equilibrio hídrico).

De acuerdo a lo evidenciado en el presente documento, el proyecto cumple con numerosos ítems en cuanto al uso eficiente del agua, de los cuales se destacan el sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvias, con un tanque destinado para las zonas de paisajismo y aseo de los pisos del espacio público. Debido a que el proyecto ha especificado aparatos sanitarios y griferías de bajo consumo de agua, cuyas referencias están detalladas en la Tabla 10. Referencias y consumos de aparatos sanitarios y del proyecto, se ha estimado un porcentaje de reducción en el consumo de agua potable anual de 31.49%, una cifra importante respecto a lo que consumiría un edificio convencional.

8.1.3. Reducción en costos de operación e incremento del confort

El ahorro de los diferentes recursos en el proyecto, por la implementación de estrategias que generan ahorro desde el diseño, como griferías ahorradoras y equipos eficientes e iluminación de tipo LED, genera adicionalmente que los costos operacionales del proyecto se reduzcan y genere a largo plazo un ahorro monetario en el pago de facturas de servicios, así como costos de mantenimiento.

En promedio una persona pasa el 80% del tiempo al interior de una edificación, debido a esto es de gran importancia garantizar que el espacio donde las personas pasaran la mayoría del tiempo de su día productivo cuente con una

renovación constante del aire y de esta manera disminuir los agentes contaminantes típicos de los espacios ocupados por un número importante de personas, reduciendo el absentismo y disminución de la productividad. Adicionalmente las estrategias incorporadas en proyectos LEED permiten mejorar la calidad del aire interior y la acústica en los espacios para reducir el absentismo y el impacto en productividad por asma, alergias respiratorias, depresión o estrés, beneficios de vital importancia para un proyecto educativo aumentando el rendimiento de su personal y de sus estudiantes, generando un ambiente propenso para el desarrollo armónico del aprendizaje.

En el presente proyecto se destaca el estudio bioclimático realizado para el proyecto Fase II Aduanilla de Paiba se incluyó el análisis de luz natural dentro de los edificios del proyecto, arrojando como resultado que más del 75% de las zonas regularmente ocupadas aportando a un ambiente mayor productividad. La modelación energética propuesta en el crédito 2: Optimización del desempeño energético de la categoría Energía y Atmosfera no se ha realizado, sin embargo, teniendo en cuenta ciertas estrategias de eficiencia energética implementadas en el proyecto es posible a partir de este análisis y junto con los factores climáticos del sitio como se evidencian en la Ilustración 13. Análisis de trayectoria solar (21 de diciembre, 10 am), fueron establecidas ciertas medidas para el control solar y una considerable reducción significante en el consumo de energía para acondicionar y ventilar espacios.

Un importante beneficio es el generado por los techos verdes actualmente implementados en el proyecto Fase II Aduanilla de Paiba y que lo hacen acreedor de puntos de la certificación LEED, si bien es cierto que la aplicación de esta infraestructura tiene poco tiempo en la ciudad, los beneficios ambientales aportados son amplios, por ejemplo uno de ellos es la reducción del efecto isla de calor, un fenómeno que consiste en el aumento de la temperatura en el centro urbano respecto a la periferia. Bogotá, tiene alrededor de 3 o 4 grados más de calor en las zonas donde hay mayor densidad urbana que a la redonda. Adicionalmente y como beneficio más importante de la implementación de esta infraestructura, es el ahorro energético, ya que la consecuente reducción del consumo de energía se concentra a favor del medio ambiente. En promedio un techo verde por su parte permite una reducción del

23% en el consumo de energía para calefacción y del 75% para el aire acondicionado.

Finalmente, uno de los beneficios más importantes por nombrar de esta infraestructura es la retención de agua lluvia, ya que debido al cambio climático las lluvias son cada vez más fuertes en el mundo, los techos verdes y los jardines verticales reducen la sobrecarga del alcantarillado y por lo tanto previene menos desbordamientos. Un estudio realizado, en el Departamento de Administración de Tierras, de la Universidad KuLeuven, en Bélgica en el año 2007, afirma que esta infraestructura dependiendo del grosor y tipo del sustrato, el método de drenaje y la vegetación utilizada, permite reducir la cantidad de agua que se vierte en el alcantarillado, entre un 70 y un 95% menos durante épocas de calor, acumulando dicha agua en las plantas y el sustrato, la cual se devuelve a la atmósfera a través de la evaporación. (GRONCOL, 2016)

Entre los beneficios más representativos de los techos verdes para el proyecto se destacan los siguientes:

- Mejora de la salud humana y la comodidad
- Mejora de la gestión de las aguas pluviales y la calidad del agua
- Mejora calidad de vida
- Aumenta la longevidad de las membranas del techado
- Aislamiento acústico
- Atractivo estético
- El mantenimiento de la biodiversidad local
- Mejorar la calidad del aire y reducción de partículas aerotransportadas

En la reducción de costos de operación destaca la consideración de la instalación de paneles solares fotovoltaicos distribuidos en las cubiertas de la torre y del auditorio como se evidencia en la Ilustración 15. Diseño sistema de paneles solares (Torre y auditorio), con una potencia de 350 VA cada uno. Este sistema produciría en promedio 515.726 KW*h/año, un valor considerable de energía renovable para el proyecto, además de ahorrar en el consumo de energía, el proyecto está contribuyendo en la utilización de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica, en el aprovechamiento de fuentes renovables y por ende, en la conservación del medio ambiente.

8.2. Desventajas

Aunque la certificación establece estándares que le dan credibilidad a la arquitectura sustentable y establecen un nivel de calidad, evitando que cualquier edificio se llame a si mismo ecológico por tomar solo algunas medidas para ayudar al medio ambiente, sin embargo, muchos lo toman como una simple acción de marketing y olvidan las razones originales de obtener la certificación, lo que trae como consecuencia que los proyectos implementen practicas más fáciles para elevar el puntaje, como por ejemplo lo es poner un rack para bicicletas es mucho más fácil que implementar un sistema de reutilización de agua y ambos mejoran la puntuación de las construcciones. (GRUPPE, 2015)

Adicionalmente el cumplir con puntos específicos reduce el espacio para la innovación y las soluciones creativas. Si no encaja encierra en sus categorías, el ente certificador no entrega puntos, por lo que limita las posibilidades y no motiva los proyectos a ser más innovadores, aunque existe un bono de 4 puntos por diseño innovador, no es suficiente incentivo para los proyectos.

Existen diversas estrategias que por sus requerimientos y por su poco desarrollo en el país, son de alta complejidad para ser implementadas y ejecutadas dentro de un proyecto que se desee certificar, poniéndolo en cierta desventaja al no poder a acceder a los puntos que ofrece la inclusión de esas estrategias, tal como sucede en el presente proyecto.

Por citar algunos ejemplos de créditos y estrategias casi imposibles de perseguir, está la participación en un programa de respuesta a la demanda en la red eléctrica, algo con lo que actualmente el país no cuenta y debido a esto no es posible aplicarlo, una situación que no está en manos del proyecto, sino del mercado. De la misma manera, la certificación LEED supone un reto para el mercado latinoamericano en cuanto a lo referente a productos y materiales para la construcción. Los procedimientos de la certificación, están basados para el territorio norteamericano, el cual difiere bastante de la realidad del país y de

un proyecto como el de la Universidad Distrital. Si bien, la tecnología avanza cada día, existen empresas que tardan en adaptarse y el sector Colombiano no es la excepción, Actualmente en el mercado no existen suficientes productos que cuenten con ciertas características ambientales y que impiden el lograr ciertos créditos dentro de la certificación.

Por último, que la certificación este creada por un ente internacional implica ciertos factores en un mínimo desfavorables, como lo son la barrera idiomática para entender los requerimientos, el lenguaje de la certificación y su aplicación, lo que crea la necesidad de buscar alguna entidad o persona que ya conozca acerca de la certificación y su modo de implementación para lugares fuera del país donde se creó. Por otro lado, el costo elevado que se genera por la diferencia de moneda hace que exista un incremento considerable del valor de aplicación de la certificación, más cuando los proyectos son de grandes superficies.

CONCLUSIONES

La evaluación técnica de la certificación LEED arrojo un resultado muy favorable para la implementación, mostrando que es posible lograr el nivel básico o certificado con 48 puntos y el cumplimiento de la mayoría de requerimientos obligatorios, aunque es necesaria la intervención adicional en tres medidas esenciales para asegurar sin ningún problema, la certificación. En el mismo sentido, es posible ir un paso más allá y alcanzar el de manera alternativa, pero altamente recomendable, el nivel de certificación plata, implementando algunas estrategias adicionales opcionales que posicionaran el proyecto en un buen estatus de sustentabilidad, demostrando que el diseño inicial de la fase II de la aduanilla de Paiba, como proyecto de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, cuenta con parámetros y especificaciones muy acordes con la tendencia de la construcción verde que auspicia la certificación LEED.

En términos de costos, la posible aplicación de la certificación en construcción sostenible LEED genera un impacto económico al presupuesto del proyecto muy bajo. La inversión para lograr el nivel certificado no equivale más del 0,142% del presupuesto actual, incluyendo el valor de las estrategias adicionales que son obligatorias para lograr la certificación y las tarifas del proceso por el servicio del ente certificador, representando un costo de inversión nuevo muy reducido y viable. De la misma manera, lograr el nivel plata como siguiente nivel de certificación, representa un incremento del 0,030% respecto al nivel certificado, para un total de 0,172% del presupuesto oficial, tomando en cuenta la inversión en las estrategias adicionales. Esto demuestra que existe una alta viabilidad económica en la certificación del proyecto, tanto para lograr el nivel certificado como el nivel plata, sugiriendo la búsqueda del nivel plata en LEED para las edificaciones.

El balance entre ventajas y desventajas de la certificación LEED para la fase II de la aduanilla de Paiba muestra un panorama prometedor, porque los beneficios financieros, ambientales y de operación que se obtienen como resultado de la implementación de este tipo procedimientos en construcción verde, son plausibles a lo largo de la vida útil del proyecto viéndose reflejados en

reducción en consumos de recursos renovables y ahorros en términos económicos. A pesar de que existen desventajas ajenas al proyecto que están muy relacionadas a la manera en la cual la certificación permea el mercado y el gremio de la construcción en el país, hoy en día son mayores los beneficios para este tipo de proyectos, tanto así que muchos de los beneficios son incentivos para motivar a los proyectos de perseguir una certificación en construcción verde, lo cual también aplica para el proyecto en estudio.

En conclusión, la certificación LEED para el proyecto Fase II de la Aduanilla de Paiba a desarrollar por la Universidad Distrital, como una construcción completamente nueva, con intención institucionales, es muy viable y aplicable para la modalidad Diseño y Construcción: Nuevas Construcciones (BD+C: New Construction) en su versión 4, permitiéndole obtener hasta 56 puntos para un nivel plata. Esta certificación garantiza un ahorro en consumo de agua potable para riego del 100%, ahorro en consumo de agua potable en el interior de 31,49%, un ahorro aproximado y estimado en consumo de energía del 16% entre otras características, permitirá la reducción de costos operativos en el funcionamiento, así como las condiciones de confort y calidad ambiental interior para ocupantes, armonía con el medio ambiente, compatibilidad con la movilidad sostenible y sustentabilidad en general.

RECOMENDACIONES

Los investigadores recomiendan al proyecto Fase II Aduanilla de Paiba de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, revisar, analizar y entender la importancia de las iniciativas de construcción sustentable y sostenible, como la Certificación LEED® y considerar su implementación teniendo en cuenta que para la obtención del nivel certificado como del nivel plata, no se requiere un porcentaje de inversión mayor al 1%.

Dentro del análisis realizado en el presente documento se recomienda la implementación de más zonas verdes tanto en corredores abiertos como en terrazas, principalmente por que mejora la estética del proyecto, además genera espacios más confortables para sus ocupantes y es una estrategia amigable con el medio ambiente, adicionalmente el proyecto optaría por otro punto de la certificación.

El proyecto está logrando un ahorro de agua considerable (31,49%) en comparación a cualquier proyecto convencional, sin embargo es posible optimizar aún más el ahorro. Se recomienda revisar la posibilidad de buscar referencias de aparatos sanitarios y griferías más ahorradoras con los siguientes consumos para lograr un porcentaje de ahorro mayor al 40%:

Tipo de equipo	Consumo (SI)	Consumo (IP)
Sanitario	3,8 lpd	1,0 gpd
Grifería Lavamanos Público	1.3 lpm a 415 kPa	0,35 gpm a 60 psi
Grifería de cocina	5,7 lpm a 415 kPa	1,5 gpm a 60 psi

lpd=Litros por descarga / gpd=Galones por descarga
lpm= Litros por minuto / gpm=Galones por minuto

Tabla 23. Sugerencia de consumos en aparatos sanitarios y griferías
Fuente: Elaboración propia

Como estrategia de movilidad sostenible se le recomienda al proyecto Fase II Aduanilla de Paiba, la implementación de parqueaderos para vehículos tipo carpool ya que no conllevan a costos adicionales; es importante el acompañamiento por parte del proyecto para garantizar que la estrategia sea usada por los trabajadores, así mismo se recomienda el uso de programas

incentivos de carpool, dentro de los cuales se incluyen la reducción del costo o gratuidad del estacionamiento, lugares de estacionamiento preferentes o programas de recompensa según el contexto del proyecto.

Con el presente documento se quiere recomendar a la comunidad universitaria en general entender y aplicar en sus edificaciones las estrategias de construcción sostenible ya que es un tema que toma cada vez más fuerza en la actualidad, debido al deterioro del medio ambiente y al mal manejo de los recursos usados en las edificaciones (agua y electricidad); esto con el fin no solo de generar más certificaciones de características similares a la LEED o en su defecto de este tipo para construcciones del ámbito universitario en Colombia, sino también para generar edificaciones eficientes energéticamente y amigables con el medio ambiente por medio de la optimización de recursos, que a largo plazo puede ser traducido como un ahorro económico.

Referencias

BEA. (2019). *BIOCONSTRUCCIÓN Y ENERGIA ALTERNATIVA*. Obtenido de https://bioconstruccion.com.mx/glosario/

CCCS. (DICIEMBRE de 2018). *CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE*. Obtenido de https://www.cccs.org.co/wp/capacitacion/talleres-de-preparacion-leed/

CIFRE, A. G. (ENERO de 2016). *ZERO CONSULTING*. Obtenido de https://blog.zeroconsulting.com/comparativa-certificaciones-sostenibilidad

COLOMBIA, U. E. (2019). *DEPARTAMENTO DE DERECHO INFORMATICO*. Obtenido de https://derinformatico.uexternado.edu.co/los-vehiculos-electricos-en-colombia-una-contribucion-a-la-movilidad-sostenible/#_ftn2

CONSTRUIBLE. (18 de FEBRERO de 2019). *CONSTRUIBLE TODO SOBRE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE*. Obtenido de https://www.construible.es/2019/02/18/usgbc-anuncia-diez-primeros-paises-regiones-fuera-ee-uu-mas-certificados-leed

CONSTRUYORED. (JULIO de 2015). *CONSTRUYORED*. Obtenido de https://construyored.com/noticias/240-que-es-la-certificacion-leed-y-como-esta-colombia-en-construccion-sostenible

COUNCIL, S. G. (2016). *CONSEJO DE CONSTRUCCIÓN VERDE ESPAÑA*. Obtenido de http://www.spaingbc.org/web/proceso-certificacion.php

COUNCIL, W. G. (2020). *WORLDGBC*. Obtenido de https://worldgbc.org/what-green-building

DISEÑAR, C. (2019). *INFORME Y MEMORIA DESCRIPTIVA DISEÑOS ARQUITECTONICOS*. BOGOTÁ.

ECOHABITAR. (2019). *ECOHABITAR ACTUALIDAD*. Obtenido de https://ecohabitar.org/certificaciones-ambientales-de-edificios-2/

ENERGÉTICA-UPME, U. D. (AGOTO de 2018). *RESOLUCIÓN No.000463*. Obtenido de www.upme.gov.co/Normatividad/463-2018

ENERGIA, F. (2016). *FACTOR ENERGIA*. Obtenido de https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/que-son-energias-alternativas/

EPA. (FEBRERO de 2016). *ENVIRONIMENTAL PROTECTION AGENCY*. Obtenido de https://archive.epa.gov/greenbuilding/web/html/about.html

ESPAÑA, A. (JULIO de 2018). *AQUA ESPAÑA*. Obtenido de https://www.aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Pildora_08-Grises_origen.pdf

GRANADA, M. Y. (2019). *BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO*. Obtenido de https://publications.iadb.org/es/analisis-de-tecnologia-industria-y-mercado-para-vehiculos-electricos-en-america-latina-y-el-caribe. p. 14

GRONCOL. (OCTUBRE de 2016). *INFRAESTRUCTURA VERDE*. Obtenido de http://groncol.com/infraestructura-verde-un-nuevo-aire-para-bogota/#:~:text=Bogot%C3%A1%2C%20tiene%20alrededor%20de%203,a%20favor%20del%20medio%20ambiente.

GRUPPE, H. (2015). *HILDEBRANDT GRUPPE*. Obtenido de EFICIENCIA ENERGETICA: http://www.hildebrandt.com

HERRERA, I. J. (2008). *HABITAT.UPM*. Obtenido de http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html

ID, A. (2019). *PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE LA INVERSIÓN PÚBLICA*. Obtenido de https://atlasid.planificacion.gob.ar/indicador.aspx?id=90

Segovia, P., & Sierra, P. (31 de 12 de 2011). Tributación de las Instituciones de Educación Superior en Colombia (Estimación Gasto Tributario concedido). Bogotá, Bogotá, Colombia.

SERRANO, P. (2014). *CERTIFICADOS ENERGETICOS.com*. Obtenido de https://www.certificadosenergeticos.com/ahorro-eficiencia-uso-agua-edificios-entorno-leed

SIBER. (2016). *SIBER VENTILACIÓN INTELIGENTE*. Obtenido de https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/exigencias-del-certificado-leed-a-los-sistemas-de-ventilacion/

USGBC. (2013). *REFERENCE GUIDE FOR BUILDING DESING AND CONSTRUCTION*. Washington, DC: Copyright 2013 by the U.S. Green Building Council. All rights reserved.

USGBC. (FEBRERO de 2020). *U.S.GREEN BUILDING COUNCIL*. Obtenido de https://www.usgbc.org/projects/centro-civico-universidad-de-los-andes?view=scorecard

USGBC. (FEBRERO de 2020). *USGBC*. Obtenido de https://www.usgbc.org/projects/centro-civico-universidad-de-los-andes?view=scorecard

ANEXOS

Anexo A: Lista de chequeo LEED BD+C. v4 del proyecto

LEED v4 para BD+C: Nueva Construcción y Renovaciones Importantes (LEED v4 for BD+C: New Construction and Major Renovation)

Checklist del proyecto

Nombre del proyecto: Aduanilla de Paiba Fase II

Fecha:

Sí	?	No			
1			Crédito	Proceso Integrado	1

14	2	0	Ubicación y Transporte		16
		-	Crédito	Ubicación para el Desarrollo de Barrios LEED	16
1			Crédito	Protección de Tierras Susceptibles	1
2			Crédito	Sitio de Alta Prioridad	2
5			Crédito	Densidad de los Alrededores y Diversidad de Usos	5
5			Crédito	Acceso a Transporte de Calidad	5
1			Crédito	Instalaciones para Bicicletas	1
	1		Crédito	Huella Reducida de Estacionamiento	1
	1		Crédito	Vehículos Eficientes	1

6	3	1	Sitios Sustentables		10
Sí			Prerreq	Prevención de la Contaminación en la Construcción	Obligatorio
1			Crédito	Evaluación del Sitio	1
	2		Crédito	Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	2
1			Crédito	Espacios Abiertos	1
3			Crédito	Manejo de Aguas Pluviales	3
1	1		Crédito	Reducción del Efecto Isla de Calor	2
		1	Crédito	Reducción de la Contaminación Lumínica	1

4	2	5	Uso Eficiente del Agua		11
Sí			Prerreq	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	Obligatorio
Sí			Prerreq	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	Obligatorio
Sí			Prerreq	Medición del Consumo de Agua por Edificio	Obligatorio
2			Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	2
2	2	2	Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	6
		2	Crédito	Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento	2
		1	Crédito	Medición del Consumo de Agua	1

9	8	16	Energía y Atmósfera		33
?			Prerreq	Comisionamiento y Verificación Básicos	Obligatorio
Sí			Prerreq	Desempeño Energético Mínimo	Obligatorio
Sí			Prerreq	Medición del Consumo de Energía por Edificio	Obligatorio
Sí			Prerreq	Gestión Básica de Refrigerantes	Obligatorio
	3	3	Crédito	Comisionamiento Avanzado	6
6	2	10	Crédito	Optimización del Desempeño Energético	18
		1	Crédito	Medición de Energía Avanzada	1
		2	Crédito	Respuesta a la Demanda	2
2	1		Crédito	Producción de la Energía Renovable	3
1			Crédito	Gestión Avanzada de Refrigerantes	1
	2		Crédito	Energía Verde y Compensaciones de Carbono	2

3	0	10	Materiales y Recursos		13
Sí			Prerreq	Almacenamiento y Recolección de Productos Reciclables	Obligatorio
Sí			Prerreq	Planificación de la Gestión de los Desechos de Construcción y Demolición	Obligatorio
		5	Crédito	Reducción del Impacto del Ciclo de Vida del Edificio	5
		2	Crédito	Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción - Declaración Ambiental de Productos	2
1		1	Crédito	Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción - Fuentes de Materias Primas	2
		2	Crédito	Transparencia y Optimización de los Productos de Construcción - Ingredientes de los Materiales	2
2			Crédito	Gestión de los Desechos de Construcción y Demolición	2

3	2	11	Calidad Ambiental Interior		16
?			Prerreq	Desempeño Mínimo de la Calidad del Aire Interior	Obligatorio
Sí			Prerreq	Control del Humo Ambiental del Tabaco	Obligatorio
	1	1	Crédito	Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior	2
		3	Crédito	Materiales de Baja Emisión	3
1			Crédito	Plan de Gestión de la Calidad del Aire Interior en la Construcción	1
	1	1	Crédito	Evaluación de la Calidad del Aire Interior	2
		1	Crédito	Confort Térmico	1
1		1	Crédito	Iluminación Interior	2
1		2	Crédito	Iluminación Natural	3
		1	Crédito	Vistas de Calidad	1
		1	Crédito	Desempeño Acústico	1

4	1	1	Innovación		6
4		1	Crédito	Innovación	5
	1		Crédito	LEED Accredited Professional	1

4	0	0	Prioridad Regional		4
1			Crédito	Prioridad Regional: Densidad de los Alrededores y Diversidad de Usos	1
1			Crédito	Prioridad Regional: Acceso a Transporte de Calidad	1
1			Crédito	Prioridad Regional: Manejo de Aguas Pluviales	1
1			Crédito	Prioridad Regional: Producción de la Energía Renovable	1

48	18	44	TOTALES	Puntos posibles:	110

Certificado: de 40 a 49 puntos, **Plata:** de 50 a 59 puntos, **Oro:** de 60 a 79 puntos, **Platino:** de 80 a 110

Anexo B: Calculador del uso de agua en interiores

Group name	Group 1

Table: Project Information

Enter project occupancy information. This information should be consistent with occupancy numbers used in other LEED credits.

☐ **Non-default gender mix**
The default gender mix is half male and half female. If necessary, modify the Male and Female occupant type columns for non-default gender mix if the project is specifically designed for an alternative gender ratio or the project is expected to have alternative gender usage rates for the life of the building.

☐ **The project includes ADA and/or gender-neutral bathrooms**
If the project includes separate gender neutral and/or ADA restrooms without urinals, the LEED default assumption is that 5% of male occupants and 5% of female occupants use these restrooms. Enter 95% into the percent of males expected to use restrooms with urinals below. Alternately, the project team can estimate this percentage based on the project's restroom layout/anticipated usage patterns or weighted fixture counts.

Occupancy Type	Employees (FTE)	Visitors	Retail Customers	Students (K-12)	Residential	Other *(specify)*	Gender Ratio (%)
Total	375	5.215					100%
Male	188	2.608	0	0	0	0	50%
Female	187	2.607	0	0	0	0	50%

Determine the percent of males expected to use urinals (enter 100% if all male restrooms have urinals, 0% if the project contains no urinals, etc)

Percent of males expected to use restrooms with urinals	95%

Enter the number of days the project is accessible to employees or FTE.

Annual days of operation	290

For projects with dual-flush toilets

Enter the resulting flush rate into the design case flush rate section below.

Low flush (lpf)	
Full flush (lpf)	
LEED weighted average flush rate (lpf)	0,00

Table: Flush Fixtures

1. Indicate the **Fixture ID** that matches the information provided in the plumbing schedule.
2. Select the **Fixture Family** and **Fixture Type** installed on the project.
3. Enter the **Design Flush Rate** identified by the manufacturer - for dual flush toilets, use the dual flush calculator to determine average flush rate.
4. Enter **Percent of Occupants** with access to the fixture. If the fixture is installed in all restrooms, use 100%.
5. If necessary, modify the **Total Uses per Day** column for non-default uses.

Fixture Information			Flush Rate		Percent of Occupants (%)
Fixture ID	Fixture Family	Fixture Type	Baseline Flush Rate (lpf)	Design Flush Rate (lpf)	
TOTO REF.CT705ELN	Toilet (male)	Conventional Water Closet	6,00	4,8	100
TOTO REF.CT705ELN	Toilet (female)	Conventional Water Closet	6,00	4,8	100
REF.UT105U(V)(G)	Urinal	Conventional Urinal	3,80	0,47	100
Baseline case annual flush volume (liters/year)					5.601.094,80
Design case annual flush volume (liters/year)					3.437.157,72

Uses per Day						Total Daily Uses		Total Daily Water Use	
Employees (FTE)	Visitors	Retail Customers	Students (K-12)	Residential	Other	Default	Non-default (Optional)	Baseline (liters)	Design (liters)
1,1	0,1	0,00	0,0	0,0		467,6		2.805,60	2244,48
3,0	0,5	0,00	0,0	0,0		1.864,5		11.187,00	8949,6
1,9	0,4	0,00	0,0	0,0		1.400,4		5.321,52	658,188
0,0	0,0	0,00	0,0	0,0		0,0		0,00	0
0,0	0,0	0,00	0,0	0,0		0,0		0,00	0
0,0	0,0	0,00	0,0	0,0		0,0		0,00	0

Table: Flow Fixtures

1. Indicate the **Fixture ID** that matches the information provided in the plumbing schedule.
2. Select the **Fixture Type** installed on the project.
3. If necessary, modify the **Duration** column for non-default values.
4. Enter the **Design Flow Rate** identified by the manufacturer.
5. Enter **Percent of Occupants** with access to the fixture. If the fixture is installed in all restrooms, use 100%.
6. If necessary, modify the **Total Uses per Day** column for non-default uses.

Fixture Information		Duration		Flow Rate		Percent of Occupants (%)
Fixture ID	Fixture Type	Default (sec)	Non-default (sec) (Optional)	Baseline Flow Rate (lpm)	Design Flow Rate (lpm)	
TOTO REF TEL105	Public lavatory (restroom) faucet	30		1,90	1,9	100
TOTO REF TS 100B1	Showerhead	300		9,50	6,6	100
No referencia	Kitchen faucet	15		8,30	8,3	100
Baseline case annual flow volume (liters/year)						1.770.525,40
Design case annual flow volume (liters/year)						1.612.837,90

Uses per Day						Total Daily Uses		Total Daily Water Use	
Employees (FTE)	Visitors	Retail Customers	Students (K-12)	Residential	Other	Default	Non-default (Optional)	Baseline (liters)	Design (liters)
3,0	0,5	0,0	0,0	0,0		3.732,5		3.545,88	3.545,88
0,1	0,0	0,0	0,0	0,0		37,5		1.781,25	1.237,50
1,0	0,0	0,0	0,0	0,0		375,0		778,13	778,13
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,00	0,00
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,00	0,00

Group Name	Baseline Case (liters/year)			Design Case (liters/year)		
	Annual Flush Volume	Annual Flow Volume	Annual Consumption	Annual Flush Volume	Annual Flow Volume	Annual Consumption
Group 1	5.601.094,80	1.770.525,40	7.371.620,20	3.437.157,72	1.612.837,90	5.049.995,62

Annual baseline water consumption (liters/year)	7.371.620,20
Annual design water consumption (liters/year)	5.049.995,62
Percent water use reduction (%)	**31,49%**

Anexo C: Resumen de créditos y prerrequisitos certificación LEED

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
REQUISITOS MINIMOS DEL PROGRAMA					
REQUISITOS MINIMOS DEL PROGRAMA	DISEÑO	SI	El proyecto es totalmente nuevo, estará en una ubicación fija, tendrá más del área mínima requerida para certificarse y el límite del proyecto incluirá todas las edificaciones asociadas para su funcionamiento.	OB	OB
PROCESO INTEGRADO	DISEÑO	SI	El proyecto se encuentra en una fase avanzada de diseños, sin embargo, es posible intervenir para realizar una vinculación de las diferentes especialidades e incluir lo que se requiere para la certificación LEED,	OB	1
CATEGORÍA: UBICACIÓN Y TRANSPORTE					
CREDITO 1: UBICACIÓN PARAEL DESARROLLO DE BARRIOS LEED	DISEÑO	N/A	El proyecto no se encuentra en un vecindario certificado LEED for ND, por tanto, puede acceder a este crédito.	1	0
CREDITO 2: PROTECCIÓN DE TIERRAS SUSCEPTIBLES	DISEÑO	SI	El predio donde se va a construir el proyecto cuenta con desarrollo previo y está rodeado por infraestructura urbanística, lo que no afecta ningún tipo de terreno considerado susceptible.	1	1
CRÉDITO 3: SITIO DE ALTA PRIORIDAD	DISEÑO	SI	El predio donde se va a construir el proyecto es considerado de renovación urbana y bien de interés cultural, por lo que cumple con una de las opciones que estipula el crédito para obtener un punto.	2	2

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
CREDITO 4: DENSIDAD DE LOS ALREDEDORES Y DIVERSIDAD DE USOS	DISEÑO	SI	El proyecto estará ubicado en el barrio Pensilvania de en la ciudad de Bogotá, departamento de Cundinamarca, un sector que cuenta con infraestructura comercial, industrial, residencial e incluso gubernamental en los alrededores mostrando una densidad de desarrollo importante.	5	5
CRÉDITO 5: ACCESO A TRANSPORTE DE CALIDAD	DISEÑO	SI	El edificio está a menos de 400m de vías principales como la Calle 13 y la Carrera 30. Sobre la calle 13 está ubicada la estación CDS-Cra. 32 del sistema masivo Transmilenio y un paradero del SITP en frente de la Secretaria Distrital de Salud.	5	5
CRÉDITO 6: INSTALACIONES PARA BICICLETAS	DISEÑO	SI	Actualmente, el proyecto cuenta con 246 parqueaderos de bicicletas distribuidas a lo largo del sótano 1 y a menos de 180 metros esta la ciclo ruta de la calle 13. Por otro lado, el edificio no cuenta con duchas con cuarto de cambio para los ocupantes regulares o empleados que se movilicen en bicicleta.	1	1
CRÉDITO 7: HUELLA REDUCIDA DE ESTACIONAMIENTO	DISEÑO	TAL VEZ	Con la información recibida es posible aplicar para este crédito puesto que la cantidad de espacios de estacionamiento con los que va a contar el proyecto (345 espacios) se encuentra en el mínimo exigido por la normativa local emitida por movilidad y no sobrepasa la reducción del 40% sobre los ratios bases.	1	0

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
CRÉDITO 8: VEHÍCULOS EFICIENTES	DISEÑO	TAL VEZ	De acuerdo a la información recibida, el proyecto cuenta con 345 espacios de estacionamientos distribuidos en los sótanos 1 y 2. En los planos del edificio, deben ser ubicados y señalizados 18 espacios, 7 de ellos con cargador para vehículos eléctricos (EVSE).	1	0
CATEGORÍA: SITIOS SUSTENTABLES					
PRERREQUISITO 1: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	SI	Este prerrequisito se desarrolla en la etapa de construcción del proyecto, para lo cual será necesario implementar un Plan de control de erosión y sedimentación como adición a los temas ambientales que se vayan a manejar.	OB	OB
CRÉDITO 1: EVALUACIÓN DEL SITIO	DISEÑO	SI	Tomando como base los estudios ambientales, de suelos, topográfico y entre otros que se hayan realizado para la viabilidad del proyecto y haciendo una evaluación sencilla del entorno, es posible lograr cumplir el requerimiento.	1	1
CRÉDITO 2: DESARROLLO DEL SITIO-PROTECCIÓN O RESTAURACIÓN DEL HÁBITAT	DISEÑO	TAL VEZ	El proyecto cuenta con áreas verdes en los corredores abiertos del primer nivel y en las terrazas de cada uno de los bloques que suman alrededor de 4.803m2 con un diseño paisajístico que contempla especies nativas y adaptativas de poco consumo de agua y mantenimiento. Para cumplir el requerimiento, hacen falta aproximadamente 230 m2 de zonas vegetadas.	2	0

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
CRÉDITO 3: ESPACIOS ABIERTOS	DISEÑO	SI	Existen corredores internos con vegetación en el primer piso que pueden considerarse espacios abiertos, y adicionalmente cada bloque contara con una cubierta habitable dotada de techo verde, sumando en conjunto un área aproximada de 11.683m2, cumpliendo el requerimiento de espacios abiertos. Así mismo, estos espacios cuentan con 3.656m2 de áreas verdes, con lo cual se está logrando el crédito.	1	1
CRÉDITO 4: MANEJO DE AGUAS PLUVIALES	DISEÑO	SI	De acuerdo a la información recibida, el proyecto cuenta actualmente con estrategias de aprovechamiento y reutilización de aguas lluvias en sanitarios y paisajismo. El diseño actual, cuenta con un estudio que sugiere la construcción de un tanque con capacidad de 165m3 para el almacenamiento y distribución de agua lluvia captada en los edificios.	3	3
CRÉDITO 5: REDUCCIÓN DEL EFECTO ISLA DE CALOR	DISEÑO	SI	En las zonas duras exteriores que conforman los corredores y vías peatonales, se están usando losetas de colores grises claros, probablemente con un valor SR de al menos 0.33. Para cubierta (losa maciza, tejas o ambas), se deben usar materiales o productos que tengan un índice de reflectancia solar (SRI) de al menos 82 o mayor. En el caso de las terrazas, se debe utilizar materiales con un valor de reflectancia solar de al menos 0.33 (colores claros) similares a las de	2	1

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
			las zonas duras del primer nivel.		
CRÉDITO 6: REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	DISEÑO	NO	El proyecto contempla un diseño de iluminación exterior ornamental teniendo en cuenta la seguridad, por tanto, existen diferentes tipos de luminarias y una gran cantidad que pueden generar contaminación lumínica en el exterior.	1	0
CATEGORÍA: USO EFICIENTE DEL AGUA					
PRERREQUISITO 1: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL EXTERIOR	DISEÑO	SI	El proyecto cuenta actualmente con sistema de recolección y aprovechamiento de aguas lluvia, con un tanque destinado para las zonas de paisajismo y aseo de los pisos del espacio público. Debido a que actualmente, no hay sistema de riego contemplado ni diseñado, y que las plantas seleccionadas para el paisajismo son en su mayoría nativas y adaptativas, se está cumpliendo con el prerrequisito.	OB	OB
PRERREQUISITO 2: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INTERIOR	DISEÑO	SI	El prerrequisito se debe cumplir implementando productos de bajo consumo de agua que cumplan los requerimientos señalados anteriormente entre menor el consumo del aparato sanitario o grifería, mayor el porcentaje de ahorro que se puede lograr.	OB	OB
PRERREQUISITO 3: MEDICIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POR EDIFICIO	DISEÑO	SI	El proyecto contará con un medidor totalizador de consumo suministrado por la empresa de acueducto de Bogotá. En funcionamiento, es necesario implementar por parte de la oficina de administración,	OB	OB

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
			operaciones y mantenimiento del edificio, la labor de recopilación de datos de consumo.		
CRÉDITO 1: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL EXTERIOR	DISEÑO	SI	Al igual que el prerrequisito, debido que el paisajismo se ha diseñado con especies nativas y adaptativas de bajo consumo sin necesidad de sistema de riego, con lo cual se cumple lo requerido en la opción 1.	2	2
CRÉDITO 2: REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INTERIOR	DISEÑO	SI	Para lograr porcentajes importantes de ahorro importantes se debe combinar el uso de aparatos sanitarios de bajo consumo de agua y el uso de fuentes de agua no potable (aguas grises, aguas pluviales) para suplir parte de la demanda de agua en baños. El porcentaje de reducción de agua anualmente es de 37.53%, otorgando así 3 puntos al proyecto.	6	2
CRÉDITO 3: CONSUMO DE AGUA EN LA TORRE DE ENFRIAMIENTO	DISEÑO	N/A	El proyecto no implementará torres de enfriamiento como equipo asociado al sistema de aire acondicionado, por lo tanto, este crédito no es aplicable.	2	0
CRÉDITO 4: MEDICIÓN DEL CONSUMO DE AGUA	DISEÑO	NO	El proyecto no tiene previsto instalar más medidores que los necesarios para la medición del consumo total de agua de la edificación (locatarios y zonas comunes).	1	0
CATEGORÍA: ENERGÍA Y ATMOSFERA					

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
PRERREQUISITO 1: COMISIONAMIENTO Y VERIFICACIÓN BÁSICOS	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	TAL VEZ	Para desempeñar las actividades de apoyo en la elaboración de documentos para la certificación, la revisión de los diseños, la inclusión de los requerimientos del Commissioning en los documentos de construcción, la realización de las pruebas prefuncionales y funcionales de los sistemas y la entrega del reporte final de Commissioning. Es un servicio no previsto que implica un costo adicional.	OB	OB
PRERREQUISITO 2: DESEMPEÑO ENERGÉTICO MÍNIMO	DISEÑO	SI	El proyecto debe realizar una modelación energética en un software avalado por el USGBC, que indique cuál es el porcentaje de ahorro tomando en cuenta sus diseños actuales.	OB	OB
PRERREQUISITO 3: MEDICIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR EDIFICIO	DISEÑO	SI	El proyecto contará con un medidor totalizador de consumo suministrado por la empresa de energía de Bogotá. En funcionamiento, es necesario implementar por parte de la oficina de administración, operaciones y mantenimiento del edificio, la labor de recopilación de datos de consumo.	OB	OB
PRERREQUISITO 4: GESTIÓN BÁSICA DE REFRIGERANTES	DISEÑO	SI	Los sistemas de acondicionamiento actuales difícilmente involucran este tipo de sustancias y por lo tanto no se prevé la inclusión de refrigerantes con contenido de CFC.	OB	OB

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
CRÉDITO 1: COMISIONAMIENTO AVANZADO	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	TAL VEZ	El Comisionamiento Avanzado es un servicio adicional que debería ser contratado para lograr puntos en la certificación LEED. Este proceso le daría un valor agregado muy importante al proyecto, ya que con la ayuda del Agente de Commissioning se garantiza que los sistemas electromecánicos del proyecto se diseñan, construyen y ponen en funcionamiento de acuerdo a lo requerido por el proyecto y de una manera óptima para obtener el máximo desempeño de ellos durante su vida útil.	6	0
CRÉDITO 2: OPTIMIZACIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO	DISEÑO	SI	De acuerdo con el modelo preliminar que se realizó para el proyecto nuevo de la Aduanilla de Paiba, se está alcanzando un valor de ahorro energético de XX% con respecto a la línea base del estándar ASHRAE 90.1-2010, con lo que se alcanzan X puntos en este crédito. Esto, tomando en consideración las características predominantes descritas a la fecha para el proyecto.	18	6
CRÉDITO 3: MEDICIÓN DE ENERGÍA AVANZADA	DISEÑO	NO	De acuerdo con la información suministrada por el proyecto, en el momento no se cuenta con una medición discriminada de la energía.	1	0
CRÉDITO 4: RESPUESTA A LA DEMANDA	CONSTRUCCIÓN	NO	En la actualidad el proveedor de energía en Bogotá no cuenta con la infraestructura requerida para participar en un programa de Respuesta a la Demanda, debido a esto no es posible aplicar a este crédito.	2	0

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
CRÉDITO 5: PRODUCCIÓN DE LA ENERGÍA RENOVABLE	DISEÑO	SI	El proyecto no está considerando la instalación de fuentes de energía renovable, de modo que este crédito no hace parte de los objetivos.	3	2
CRÉDITO 6: GESTIÓN AVANZADA DE REFRIGERANTES	DISEÑO	SI	El proyecto en su mayoría no contará con sistemas de aire acondicionado, por lo cual puede cumplir el requerimiento del crédito.	1	1
CRÉDITO 7: ENERGÍA VERDE Y COMPENSACIONES DE CARBONO	CONSTRUCCIÓN	TAL VEZ	Actualmente el proyecto no contempla la compra de RECs. En caso de aplicar a este crédito, se debe contactar un proveedor y realizar un contrato por al menos cinco (5) años y se lograrían puntos para la certificación.	2	0
CATEGORÍA: MATERIALES Y RECURSOS					
PRERREQUISITO 1: ALMACENAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE PRODUCTOS RECICLABLES	DISEÑO	SI	La fase II de la Aduanilla de Paiba cuenta con tres cuartos de basuras ubicados en el sótano 1, uno para el bloque del teatro, otro para el bloque de publicaciones y uno para el bloque de bienestar, laboratorios y aulas. El área total que suman estos espacios es de 66m2, aquí puede instalarse compartimientos o contenedores para almacenar materiales reciclables como papel, cartón, plástico, vidrio y metales; adicionalmente, existe un cuarto de residuos especiales en el mismo nivel con 10m2 de área	OB	OB

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
PRERREQUISITO 2: PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	CONSTRUCCIÓN	SI	Es importante que en la etapa constructiva sea desarrollado un plan de manejo de residuos en el cual se incluya lo estipulado en los requerimientos. El encargado del área ambiental o del manejo de residuos de construcción debe tener presente las metas de disposición, materiales a desviar y porcentajes, así como el manejo de dichos residuos dentro de la obra.	OB	OB
CRÉDITO 1: REDUCCIÓN DEL IMPACTO DE CICLO DE VIDA DEL EDIFICIO	CONSTRUCCIÓN	NO	El proyecto está compuesto por edificios completamente nuevos, por tanto, no aplica a la reutilización de estructura. Por otro lado, la opción de realizar un modelo de evaluación de ciclo de vida del edificio para conocer el impacto ambiental del edificio durante su vida útil, es un estudio adicional que implica costos, por lo cual se puede descartar.	5	0
CRÉDITO 2: TRANSPARENCIA Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN-DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTOS	CONSTRUCCIÓN	NO	Actualmente en el mercado no existen suficientes productos que cuenten con el documento requerido para este crédito (Declaración ambiental de producto) por lo cual se dificulta su implementación y se descarta.	2	0
CRÉDITO 3: TRANSPARENCIA Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN-FUENTES DE MATERIAS PRIMAS	CONSTRUCCIÓN	SI	Es necesario realizar una búsqueda de proveedores con materiales que cumplan los requerimientos para cumplir con el criterio de materiales con contenido reciclado. Aquellos insumos como concreto, acero, drywall, cerámicas, entre otros pueden ser útiles lograr el requerimiento, puesto	2	1

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
			que tienen un peso importante en el presupuesto.		
CRÉDITO 4: TRANSPARENCIA Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN-INGREDIENTES DE LOS MATERIALES	CONSTRUCCIÓN	NO	Actualmente en el mercado no existen suficientes productos que cuenten con el documento requerido para este crédito por lo cual se dificulta su implementación y se descarta.	2	0
CRÉDITO 5: GESTIÓN DE LOS DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	CONSTRUCCIÓN	SI	Dentro del plan de manejo de residuos a implementar en el proyecto se debe poner como meta lograr cumplir al menos el 75% de residuos desviados de su disposición final en un relleno sanitario, teniendo un registro organizado de todos los tipos de residuos que se produzcan, sus cantidades y disposición.	2	2
CATEGORÍA: CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR					
PRERREQUISITO 1: DESEMPEÑO MÍNIMO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	DISEÑO	TAL VEZ	En este punto, el proyecto está cumpliendo parcialmente los requerimientos, puesto que como complemento al diseño de ventilación natural, es necesario instalar medidores de CO2 en aquellos espacios que hacen uso de ventilación natural y que están regularmente ocupados por largas jornadas	OB	OB
PRERREQUISITO 2: CONTROL DEL HUMO AMBIENTAL DEL TABACO	DISEÑO	SI	Es necesario implementar señalizaciones de prohibición del uso de cigarrillo en las entradas principales del proyecto y en todos los espacios de zonas comunes.	OB	OB

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
CRÉDITO 1: ESTRATEGIAS AVANZADAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	DISEÑO	TAL VEZ	Para lograr un (1) punto en la opción 1 es necesaria la instalación de tapetes atrapamugre en la entrada principal del edificio, ya que la extracción dedicada en cuartos químicos y de copias, y la filtración MERV 13 o mayor, ya se cumple. Es menos viable optar por el punto adicional, puesto que las estrategias descritas son menos viables.	2	0
CRÉDITO 2: MATERIALES DE BAJA EMISIÓN	CONSTRUCCIÓN	NO	Actualmente en el mercado local los productos de las categorías evaluadas no cuentan con las pruebas de evaluación de emisiones requeridas por este crédito. Por lo tanto, no es posible aplicar a los puntos de este crédito.	3	0
CRÉDITO 3: PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN LA CONSTRUCCIÓN	CONSTRUCCIÓN	SI	Este crédito se debe manejar en la fase de construcción para lo cual se crea y ejecuta un plan para la calidad del aire durante la construcción, siendo un crédito totalmente viable, en el cual lo importante es incluir en los contratos que la constructora del proyecto y los diferentes contratistas tengan en cuenta el tiempo y el presupuesto para la implementación de este plan.	1	1
CRÉDITO 4: ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	CONSTRUCCIÓN	TAL VEZ	Dado que el proyecto contara con sistema de ventilación mixto (mecánico y natural) en sus espacios, no es posible realizar el proceso de flush out. El estudio de calidad del aire interior implicaría un costo adicional no previsto, por lo cual puede ser evaluado.	2	0

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
CRÉDITO 5: CONFORT TÉRMICO	DISEÑO	NO	A pesar de que el proyecto está cumpliendo los rangos de temperatura de confort y humedad establecidos en el estándar ASHRAE 55 en más del 80% de los espacios, de acuerdo al estudio bioclimático realizado, no es posible brindar control de confort térmico en los espacios, pues la mayoría de espacios contaran con ventilación natural como método de acondicionamiento, a lo cual no se le puede aplicar control (termostato).	1	0
CRÉDITO 6: ILUMINACIÓN INTERIOR	DISEÑO	SI	Para la opción 2, se cumple con las tres últimas restricciones. Sin embargo, es necesario validar con el diseñador eléctrico si las lámparas escogidas cumplen con la luminancia de menos de 2.500 cd/m2 entre 45 y 90 grados, razón por la cual, el cumplimiento del crédito se deja en sí.	2	1
CRÉDITO 7: ILUMINACIÓN NATURAL	DISEÑO	SI	Dentro del alcance estudio bioclimático realizado para el proyecto está incluido el análisis de luz natural dentro de los edificios del proyecto, arrojando como resultado que más del 75% de las zonas regularmente ocupadas (oficinas, aulas entre otras), contaran con gran incidencia de iluminación natural, cumpliendo con el requerimiento para lograr un (1) punto.	3	1

CREDITO	ETAPA	CUMPLIMIENTO	OBSERVACIONES	PUNTOS POSIBLES	PUNTOS OBTENIDOS
CRÉDITO 7: VISTAS DE CALIDAD	DISEÑO	NO	La fachada de los cuatro edificios hasta el nivel tres (3) contarán con un vidrio serigrafiado, que reduce un poco la visibilidad y directa y calidad de vista desde interior al exterior. A pesar de contar con ventanas amplias en la torre de 14 pisos, la cantidad de espacios con vistas al exterior no es suficiente en este caso para cumplir el requerimiento.	1	0
CRÉDITO 8: DESEMPEÑO ACÚSTICO	DISEÑO	TAL VEZ	El proyecto no cuenta con estudio y diseño acústico actualmente, por tanto no se puedo optar por este crédito.	1	0
CATEGORÍA: INNOVACIÓN					
INNOVACIÓN	DISEÑO	SI	Los dos (2) primeros puntos los puede obtener debido a que se exceden los requerimientos del crédito 5 de la categoría Ubicación y Transporte: Acceso a Transporte de Calidad y crédito 5 de la categoría de Sitios Sustentables: Reducción del Efecto Isla de Calor.	6	4
CATEGORÍA: PRIORIDAD REGIONAL					
PRIORIDAD REGIONAL	DISEÑO	SI	El proyecto tiene la opción de obtener dos (2) puntos dentro de esta categoría al ganar dos (2) de los créditos catalogados como prioridad regional para la ciudad de Bogotá por el ente certificador.	4	4
TOTAL PUNTOS				**110**	**48**

Anexo D: Verificación densidades de potencia iluminación

PISO 7 BLOQUE A				
TIPO DE LUMINARIA	**CODIGO DE PLANO**	**CONSUMO (WATT)**	**CANTIDAD**	**TOTAL CONSUMO (WATT)**
LED LINEAL	*1*	44,6	11	490,6
LED LINEAL	*2*	89,2	30	2676
LED LINEAL	*3*	133,8	39	5218,2
LED LINEAL	*4*	28	10	280
LED LINEAL	*5*	56	2	112
LED LINEAL	*6*	84	6	504
LED REDONDA	*7*	51	8	408
LED EMERGENCIA	*8*	3,6	6	21,6
LED EMERGENCIA APLQUEU	*9*	14	1	14
LED REDONDA	*10*	45	7	315
LED REDONDA	*11*	10,5	25	262,5
LED REDONDA	*12*	10,5	9	94,5
LED HERMETICA	*13*	38	2	76
LED HERMETICA	*14*	38	1	38
LED HERMETICA	*15*	38	6	228
LED SPOT	*17*	18	1	18
TOTAL				**10265,8**
AREA M2	**1810,56**	**PARAMETRO ASHRAE**		**0,99**
AREA FT2	**19488,71**	**PARAMETRO CALCULADO**		**0,53**

PISO 1 BLOQUE B				
TIPO DE LUMINARIA	**CODIGO DE PLANO**	**CONSUMO (WATT)**	**CANTIDAD**	**TOTAL CONSUMO (WATT)**
LED LINEAL	*1*	44,6	2	89,2
LED LINEAL	*2*	89,2	16	1427,2
LED LINEAL	*3*	133,8	8	1070,4
LED LINEAL	*4*	28	15	420
LED LINEAL	*5*	56	19	1064

PISO 1 BLOQUE B				
TIPO DE LUMINARIA	**CODIGO DE PLANO**	**CONSUMO (WATT)**	**CANTIDAD**	**TOTAL CONSUMO (WATT)**
LED LINEAL	*6*	84	2	168
LED REDONDA	*7*	51	8	408
LED EMERGENCIA	*8*	3,6	6	21,6
LED EMERGENCIA APLQUEU	*9*	14	0	0
LED REDONDA	*10*	45	9	405
LED REDONDA	*11*	10,5	14	147
LED REDONDA	*12*	10,5	7	73,5
LED HERMETICA	*13*	38	4	152
LED HERMETICA	*14*	38	0	0
LED HERMETICA	*15*	38	5	190
TOTAL				**5635,9**
AREA M2	**1448,48**	**PARAMETRO ASHRAE**		**0,99**
AREA FT2	**15591,31**	**PARAMETRO CALCULADO**		**0,36**

PISO 2 BLOQUE C				
TIPO DE LUMINARIA	**CODIGO DE PLANO**	**CONSUMO (WATT)**	**CANTIDAD**	**TOTAL CONSUMO (WATT)**
LED LINEAL	*1*	44,6	0	0
LED LINEAL	*2*	89,2	19	1694,8
LED LINEAL	*3*	133,8	41	5485,8
LED LINEAL	*4*	28	6	168
LED LINEAL	*5*	56	3	168
LED LINEAL	*6*	84	0	0
LED REDONDA	*7*	51	8	408
LED EMERGENCIA	*8*	3,6	4	14,4
LED EMERGENCIA APLQUEU	*9*	14	1	14
LED REDONDA	*10*	45	8	360
LED REDONDA	*11*	10,5	12	126
LED REDONDA	*12*	10,5	0	0

PISO 2 BLOQUE C				
TIPO DE LUMINARIA	**CODIGO DE PLANO**	**CONSUMO (WATT)**	**CANTIDAD**	**TOTAL CONSUMO (WATT)**
LED HERMETICA	*13*	38	4	152
LED HERMETICA	*14*	38		0
LED HERMETICA	*15*	38		0
TOTAL				**8591**
AREA M2	**1693,47**	**PARAMETRO ASHRAE**		**0,99**
AREA FT2	**18228,36**	**PARAMETRO CALCULADO**		**0,47**

PISO 3 BLOQUE D				
TIPO DE LUMINARIA	**CODIGO DE PLANO**	**CONSUMO (WATT)**	**CANTIDAD**	**TOTAL CONSUMO (WATT)**
LED LINEAL	*1*	44,6	54	2408,4
LED LINEAL	*2*	89,2	0	0
LED LINEAL	*3*	133,8	0	0
LED LINEAL	*4*	28	5	140
LED LINEAL	*5*	56	3	168
LED LINEAL	*6*	84	8	672
LED REDONDA	*7*	51	12	612
LED EMERGENCIA	*8*	3,6	4	14,4
LED EMERGENCIA APLQUEU	*9*	14	1	14
LED REDONDA	*10*	45	29	1305
LED REDONDA	*11*	10,5	16	168
LED REDONDA	*12*	10,5	0	0
LED HERMETICA	*13*	38	2	76
LED HERMETICA	*14*	38	0	0
LED HERMETICA	*15*	38	2	76
TOTAL				**5653,8**
AREA M2	**2085,29**	**PARAMETRO ASHRAE**		**0,99**
AREA FT2	**22445,87**	**PARAMETRO CALCULADO**		**0,25**

PISO 4 BLOQUE E				
TIPO DE LUMINARIA	**CODIGO DE PLANO**	**CONSUMO (WATT)**	**CANTIDAD**	**TOTAL CONSUMO (WATT)**
LED LINEAL	*1*	44,6	8	356,8
LED LINEAL	*2*	89,2	0	0
LED LINEAL	*3*	133,8	0	0
LED LINEAL	*4*	28	10	280
LED LINEAL	*5*	56	0	0
LED LINEAL	*6*	84	0	0
LED REDONDA	*7*	51	0	0
LED EMERGENCIA	*8*	3,6	4	14,4
LED EMERGENCIA APLQUEU	*9*	14	0	0
LED REDONDA	*10*	45	11	495
LED REDONDA	*11*	10,5	35	367,5
LED REDONDA	*12*	10,5	6	63
LED HERMETICA	*13*	38	20	760
LED HERMETICA	*14*	38	0	0
LED HERMETICA	*15*	38	0	0
TOTAL				**2336,7**
AREA M2	**2240,59**	**PARAMETRO ASHRAE**		**0,99**
AREA FT2	**24117,51**	**PARAMETRO CALCULADO**		**0,10**