

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES



PARA OPTAR AL GRADO DE:
MAESTRO(A) EN GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

TRABAJO DE GRADUACIÓN:
**PROPUESTA DE DISEÑO PARA OPTAR POR LA CERTIFICACIÓN LEED BD+C
DEL EDIFICIO CKT-ES S.A. DE C.V. EN EL SALVADOR.**

Presentado por:

Ing. Edson Alberto Calpaño Fuentes.

Lic. Claudia Lissette Elías Calles.

Ing. Julio Cesar Melara Torres.

Nombre del asesor:

Ing. Erick Alexander Blanco Guillen

Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador Centroamérica

Fecha: 02 de febrero del 2022.

Resumen Ejecutivo.

El proyecto nace desde la misma naturaleza compuesta de la empresa CKT-ES S.A de C.V. que está ubicada en la 89 av. Norte #4616 San Salvador. La empresa comenzó operaciones en el año 2016 como un proyecto de emprendimiento; con el objetivo de dar respuesta a una necesidad común entre desarrolladores, emprendedores, estudiantes de ingeniería y empresas dentro de la industria electrónica. Orientada a la fabricación de PCB'S (placas de circuito impreso) ya que constituyen uno de los elementos base para cualquier dispositivo electrónico como, por ejemplo: el control del televisor hasta un satélite espacial; así como también los insumos necesarios para el desarrollo de un prototipo básico, hasta sistemas de control industrial utilizados para conectar eléctricamente a través de las pistas conductoras, y sostener mecánicamente, por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos. Además, la empresa brinda servicios técnicos, dedicados al fortalecimiento del desarrollo tecnológico basado en dos tipos de asesoría:

- a) Mejora de diseño: Cuando el cliente tiene desarrollado su propio esquema, es decir el archivo de sus circuitos previamente elaborados en los formatos correspondientes.
- b) Desarrollo, diseño y fabricación del circuito, cuando el cliente solo tiene los requerimientos técnicos.

Actualmente, CKT-ES S.A de C.V. está operando en un edificio de 3 plantas, en la planta baja está el área de parqueo y recepción, en la segunda planta posee 10 espacios para oficinas, 1 cafetería y una sala de reuniones, la tercera planta posee una sala de capacitaciones para 20 personas y 7 espacios para reuniones de cierre de negocio.

Como empresa busca reducir al mínimo el consumo energético mediante diferentes estudios y técnicas, además de realizar mediciones con instrumentos necesarios para recopilar datos de los diferentes equipos eléctricos y electrónicos que conforman el edificio para dar cumplimiento con la norma ASHRAE 90.1-2016. Además, permitirá establecer una línea base del comportamiento energético del edificio.

Posteriormente, se recomendarán acciones para mejora y modernización en el rubro de iluminación y acondicionamiento del aire en el edificio proponiendo los equipos adecuados según el área de uso de los diferentes espacios.

Mediante un proceso integrativo, se realizó una lluvia de ideas en el cual los ocupantes proporcionaron sus opiniones o sugerencias en cuanto a mejoras que ellos pueden observar como, por ejemplo: mejor iluminación, acústica, lugar donde descansar, ventilación en el área, un mejor uso y ahorro del agua y energía. Además, presentaremos soluciones encaminadas con las estrategias para lograr puntuar créditos en la certificación LEED BD+C, ordenaremos las estrategias por prioridad, con respecto a su peso en aras de obtener la certificación Plata, la finalidad de realizar un costeo por cada estrategia que servirá para definir un presupuesto de pre factibilidad del proyecto.

Se optó por la certificación LEED BD+C ya que se realizarán renovaciones importantes dentro del edificio planeadas estratégicamente para que sean sustentables y amigables con el medio ambiente. No así la LEED O+M que es para operaciones y mantenimiento, está orientada hacia políticas y desempeño en las que involucra el monitoreo y evaluación del rendimiento del edificio después de la construcción.

Índice General

Resumen Ejecutivo	2
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
Lista de abreviaturas	9
Introducción	10
Objetivos	11
Objetivos General	11
Objetivos específicos.....	11
Capítulo 1. Marco teórico	12
1.1. Proceso integrativo	14
1.2. Ubicación y transporte	14
1.3. Sitios sostenibles.....	14
1.4. Eficiencia del agua.....	14
1.5. Energía y atmósfera	14
1.6. Materiales y Recursos	14
1.7. Calidad del Ambiente Interior	14
1.8. Innovación	15
1.9. Prioridad Regional	15
Capítulo 2. Desarrollo de la propuesta	15
2.1. Proceso integrativo	16
2.2. Ubicación y transporte	16
2.2.1. Protección de zonas sensibles.....	16
2.2.2. Locación en zonas prioritarias para su recuperación.....	17
2.2.3. Localización en zonas de alta densidad y usos diversos	17
2.2.4. Acceso a tránsito de calidad	17
2.2.5. Instalaciones para bicicletas	19
2.2.6. Huella de estacionamiento reducida	19
2.2.7. Vehículos eléctricos.....	19
2.3. Sitios sostenibles.....	19

2.3.1.	Contaminación de la actividad de la construcción prevención.....	19
2.3.2.	Evaluación ambiental del sitio.....	19
2.3.3.	Proteger o restaurar el hábitat.....	20
2.3.4.	Gestión del agua de lluvia	20
2.3.5.	Reducción de isla de calor	20
2.4.	Eficiencia del agua.....	20
2.4.1.	Reducción del uso de agua en exteriores.....	20
2.4.2.	Reducción del uso de agua en interiores	21
2.4.3.	Medición de agua a nivel de edificio.....	21
2.4.4.	Reducción del uso de agua en exteriores.....	21
2.4.5.	Reducción del uso de agua en interiores	21
2.4.6.	Medición de agua.....	22
2.5.	Energía y atmósfera	23
2.5.1.	Puesta en servicio y verificación básicos (prerrequisitos):.....	23
2.5.2.	Desempeño energético mínimo	23
2.5.3.	Edificio - medición del nivel de energía.....	23
2.5.4.	Refrigerante fundamental	24
2.6.	Materiales y Recursos	28
2.6.1.	Almacenamiento y recolección de productos reciclables.....	28
2.6.2.	Planificación de la gestión de los desechos de construcción y demolición.....	28
2.6.3.	Reducción de fuente PBT-Mercurio.....	28
2.6.4.	Impacto en el ciclo de vida del edificio Reducción.....	29
2.6.5.	Creación de divulgación y optimización de EPD.....	29
2.6.6.	Creación de divulgación y optimización de productos.....	29
2.6.7.	Divulgación y optimización de los productos de construcción	29
2.6.8.	Gestión de residuos.....	30
2.7.	Calidad del Ambiente Interior	30
2.7.1.	Rendimiento mínimo de la calidad del aire interior	30
2.7.2.	Control del Humo de tabaco en el ambiente.....	31
2.7.3.	Calidad del aire interior mejorar estrategias.....	31
2.7.4.	Materiales de baja emisión	31

2.7.5.	Construcción Calidad del aire interior, Plan de gestión	31
2.7.6.	Evaluación de la calidad del aire interior	31
2.7.7.	Confort térmico	31
2.7.8.	Luz interior	32
2.7.9.	Luz Natural	32
2.7.10.	Vistas de calidad.....	32
2.7.11.	Rendimiento acústico	32
2.8.	Innovación	33
2.8.1.	Profesional acreditado por LEED.....	33
2.9.	Prioridad Regional	33
Capítulo 3.	Análisis financiero del proyecto.....	34
Conclusiones y recomendaciones	36
Bibliografía.....	37
Anexos.....	40

Índice de tablas

Tabla 1: Servicio mínimo de tránsito diario	18
Tabla 2: Recorrido de la ruta 52 bus tomando puntos principales.	18
Tabla 3: Línea base de consumo de agua de instalaciones y accesorios. Propuesta por guía LEED V4.1	22
Tabla 4: Puntos para reducir el consumo del agua	22
Tabla 5: Puntos para la reutilización de elementos estructurales del edificio basados en el área del piso terminada.....	28
Tabla 6: Presupuesto para proyecto.....	34
Tabla 7: Simulación de proyecto fotovoltaico para edificio CKT-ES S.A. DE C.V.....	41

Índice de figuras

Figura 1: Nivel de certificación LEED.....	13
Figura 2: Distribución de centros comunitarios a menos de 800 m.	17
Figura 3: Resultado de simulación con cargas actuales del edificio con A/C inverter	24
Figura 4: Resultado de simulación sustituyendo aires acondicionados por un sistema HVAC	25
Figura 5: Resultado simulación de edificio a plena carga con A/C Inverter actuales	26
Figura 6: Resultado simulación de edificio a plena carga con sistema HVAC.....	27
Figura 7: Normativa SIGET para sistemas fotovoltaicos.....	40
Figura 8: Análisis financiero y flujo de caja del proyecto fotovoltaico para el edificio CKT-ES S.A. DE C.V.	42
Figura 9: Reporte de simulación PVsyst de sistema fotovoltaico CKT-ES S.A. de C.V.....	43
Figura 10: Parámetros generales de simulación PVsyst de sistema fotovoltaico CKT-ES S.A. de C.V.....	44
Figura 11: Resultados preliminares de la simulación.....	45
Figura 12: Diagrama de pérdidas en el sistema fotovoltaico.....	46
Figura 13: Sensor para la medición de CO ₂	47

Lista de abreviaturas

LEED: Leadership in Energy and Environmental Design.

USGBC: U.S. Green Building Council.

LEED BD+C: Building Design and Construction.

LEED ID+C: Interior Design and Construction.

LEED O+M: Building Operations + Maintenance.

LEED ND: Neighborhood Development.

GPF: Gallons Per Flush.

GPM: Gallons Per Minute.

PSI: Pound Per Square Inch.

IPF: Litros por descarga.

IPM: Litros por minuto.

kPa: Kilo Pascales.

EPD: Declaración Ambiental de Productos.

ANSI/CRRO: Instituto Nacional Estadounidense de Estándares / Consejo de calificación de techo fresco

OPR: Requerimientos del propietario para el proyecto

BOD: La base de diseño.

GWh: Gigavatio-hora

Introducción.

La tierra necesita que los humanos tengamos un cambio para reponerse de la explotación de recursos. Esto le da otra perspectiva a las maneras de hacer las cosas; Por ello se busca cada vez maneras más amigables con el ambiente para trabajar de la mano con los recursos.

El Salvador no es la excepción y trata de poner su granito de arena en la implementación de normas que buscan la optimización de los recursos y crear un ambiente sostenible y sustentable en cada proyecto o mejora esto quiere decir: hacer uso correcto de los recursos actuales sin comprometer los de las generaciones futuras. Creando un modelo de valor que integra lo ambiental, social y económico.

CKT-ES S.A DE C.V como empresa salvadoreña, quiere adquirir este compromiso y busca maneras para tener una certificación LEED PLATA, implementando todos los recursos necesarios para ello.

Con este fin se utilizó la versión 4.1 LEED Building Design and Construction que permite ver los parámetros para buscar los puntos necesarios en obtener la certificación LEED PLATA. Junto con la normativa ASHRAE Estándar 90.1-2016 se complementan para buscar la excelencia en la construcción y remodelación mayor

Por otra parte, se tuvo un apoyo significativo con el programa eQuest para el desarrollo de la verificación del ahorro energético.

Objetivos

Objetivos General

Plantear una propuesta de diseño que cumpla con el mínimo requerido por la USGBC para certificación Plata en LEED BD+C el proyecto de renovación mayor del edificio CKT-ES, S.A. de C.V. en El Salvador.

Objetivos específicos.

- Evaluar la edificación en la actualidad y proponer, junto a la empresa CKT-ES, S.A. de C.V. mejoras que logren puntuar créditos en LEED BD+C.
- Evaluar la cantidad de créditos que se pueden lograr en el proyecto, teniendo en cuenta que el mínimo requerido para lograr la certificación Plata del edificio es de 50 créditos.
- Obtener datos históricos de consumo de agua y energía eléctrica para ser posteriormente evaluados en el diseño de renovación mayor del edificio.
- Realizar el análisis financiero del proyecto de renovación mayor del edificio CKT-ES S.A DE C.V. estableciendo la inversión inicial y sus respectivos costos para determinar la factibilidad relacionada con la estrategia de energía y atmósfera.
- Realizar el análisis económico del proyecto de instalación de paneles solares en el edificio CKT-ES S.A. de C.V., estableciendo inversión inicial, costos, tiempo de retorno de inversión y factibilidad del mismo.

Capítulo 1. Marco teórico

En El Salvador las empresas cada día están optando por buscar una certificación LEED porque están más comprometidos con el desarrollo y sustentabilidad ambiental. Esto es debido a que con el paso del tiempo se ha observado que los procesos de construcción, renovación, demolición, utilización de energía, consumo del agua, salud de las personas y la productividad tienen un impacto en el medio ambiente.

Leadership in Energy and Environmental Design LEED, en español Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental LEED, es un sistema de certificación para edificaciones conformado por un conjunto de normas y estrategias para la construcción sostenible desde el proceso de diseño hasta el fin de la vida útil; permitiendo una mejora en el impacto medio ambiental en la industria de la construcción y las prácticas de desarrollo comunitario.

LEED fue creado por el U.S. Green Building Council USGBC en el año 1993.¹

El sistema de certificación posee diferentes sistemas de clasificación (LEED Rating Systems), lo que permite adecuar los lineamientos de la certificación acorde a la tipología del proyecto:

- LEED BD+C (Building Design and Construction): Está dirigida a los proyectos de construcción desde la etapa de diseño hasta su ejecución (edificación nueva) y también entra en este sistema los proyectos de renovación mayor, el cual por esta razón aplica a este sistema de certificación el edificio de CKT-ES S.A. de C.V.
- LEED ID+C (Interior Design and Construction): Está dirigida a los proyectos de renovación de interiores de locales comerciales u oficinas.
- LEED O+M (Building Operations + Maintenance): Está dirigida a edificaciones existentes y que han mejorado su desempeño, uso de recursos, ambientes de trabajo, etc.
- LEED Homes: Está dirigida a viviendas que cumplan en mejorar su eficiencia en el uso de recursos.

¹ El Salvador Green Building Council: <https://www.elsalvadorgreenbc.org/>

- LEED ND (Neighborhood Development): Dirigida a comunidades y que va de la mano con la certificación LEED Homes ya que requiere que existan residencias con esta certificación dentro de la comunidad para optar a esta Certificación.

La certificación LEED tiene una base de 100 puntos más 6 puntos adicionales de la categoría de Innovación y 4 puntos de Prioridad Regional siendo así un total de 110 puntos.

Figura 1: Nivel de certificación LEED



Fuente: <https://www.usgbc.org/leed>

Actualmente está vigente la última versión LEED V4.1 donde se contemplan 9 categorías que componen la certificación.

- Diseño integrativo.
- Ubicación y transporte.
- Sitios sostenibles.
- Eficiencia del agua.
- Energía y atmósfera.
- Materiales y recursos.
- Calidad ambiental interior.
- Innovación.
- Prioridad regional.

1.1. Proceso integrativo

Fase fundamental y básica de la nueva versión de la certificación LEED V4.1. El equipo del proyecto, se debe conformar por un grupo multidisciplinario, donde cada miembro es una parte vital para la toma de decisiones, y facilita la comprensión integral del proyecto en todos los aspectos disciplinarios; sociales, medioambientales, técnicos, culturales, etc.

1.2. Ubicación y transporte

Consiste en promover un modelo de desarrollo urbanístico más sostenible a través de la implementación de una serie de estrategias basadas en el modelo de ciudad compacta, en el uso de transporte alternativo, en la localización de edificios en zonas previamente desarrolladas, en la protección de zonas ambientalmente sensibles y en el respeto por la salud de las personas.

1.3. Sitios sostenibles

Mide el impacto que pueda tener la elección del lugar con respecto al entorno ya sea afectándolo o beneficiándolo. Evalúa el uso y disposición correcta de los materiales y recursos de construcción.

1.4. Eficiencia del agua

Durante la construcción del mismo como cuando el edificio esté en uso con el fin que se planeó en un principio (reutilización del agua y evitar las fugas).

1.5. Energía y atmósfera

Reducir la cantidad de energía requerida por el edificio, evitando la contaminación a la atmósfera. Cumplir con los requerimientos mínimos de los estándares ASHRAE 90.1-2016.

1.6. Materiales y Recursos

Empleados que sean respetuosos con el medio ambiente, así como también todas las materias primas a utilizar.

1.7. Calidad del Ambiente Interior

Que permita la óptima habitabilidad del mismo, sin tener que recurrir a más energía que la necesaria para calentar o enfriarlo.

1.8. Innovación

En el diseño dando protagonismo a todos los recursos eco eficiente.

1.9. Prioridad Regional

El USGBC estableció un proceso que identificó 6 créditos para cada ubicación y cada sistema de calificación dentro de los límites de los capítulos o países. Se basa en las cuestiones ambientales más importantes de cada área o país. Los problemas podrían ser naturales (por ejemplo: escasez de agua) o artificiales (por ejemplo: cuencas hidrográficas contaminadas) y podrían reflejar preocupaciones ambientales (como la escasez de) o activos ambientales (por ejemplo: abundante luz solar).

Capítulo 2. Desarrollo de la propuesta

Por medio del plano del edificio, se realiza el levantamiento del plano digital en la herramienta de software de eQuest, para realizar las simulaciones respectivas. Simulación del estado actual del edificio (aire acondicionado, luminarias, etc.) y simulación con los cambios propuestos para realizar comparativas.

Estudio del área para la obtención de energía solar y apegarse a las normas y leyes actuales en El Salvador para verificar su cumplimiento con lo que respecta al porcentaje máximo de sustitución de energía solar por la energía suministrada por el proveedor.

Diseñar los espacios con el tamaño adecuado para el confort de cada área, basándose en el estándar ASHRAE 90.1, usando a su vez materiales amigables con el medio ambiente y que no contaminen los espacios.

Realizar reuniones recurrentes ya sea de manera virtual o presencial para dar seguimiento a las diferentes estrategias para lograr la certificación.

Definir prioridades de implementación de estrategias para una mejor toma de decisiones de parte del dueño del proyecto (como proponer paquetes de implementación apegadas en primer lugar a los objetivos regionales).

Al finalizar el estudio y definición de las diferentes estrategias, se procedió a su análisis financiero, en donde se evaluó el TIR y VAN que da el proyecto para así definir si el proyecto es rentable y en cuanto tiempo se puede recuperar la inversión realizada en el edificio.

2.1. Proceso integrativo

Fueron necesarias 5 reuniones virtuales comprendidas en las fechas de septiembre del 2020 a junio 2021, así como también visitas de reconocimiento al edificio de CKT-ES S.A. de C.V.

Las agendas a tratar consistían en el planteamiento de las mejoras con base a los conocimientos y mejoras que se requieren, teniendo en cuenta la versión 4.1 de LEED.

Se tocaron dos puntos en específico que les interesa a la gran mayoría y son: gestión energética y gestión del agua. Por otra parte, también puntos como:

- Niveles de iluminación.
- Distribución y orientación de las aéreas.
- Confort térmico.
- Analizar demanda de agua.
- Analizar demanda de energía.
- Fuentes de suministro de agua.

Puntos proyectados: 1/1 Se proyectan estos puntos a ganar ya que se trabajó mediante lo estipulado por LEED 4.1 con base al proceso integrativo.

2.2. Ubicación y transporte

La empresa CKT-ES S.A. DE C.V. Se encuentra ubicada en una zona estratégica ya que está cerca de farmacias, gasolineras, centros comerciales, y clínicas de salud.

2.2.1. Protección de zonas sensibles

Construir o rehabilitar en lugares ya existentes reduce el impacto ambiental asociado ya que al ubicarse la empresa dentro del casco urbano está cumpliendo este punto por lo que no afecta humedales, cuerpos de agua, zonas protegidas.

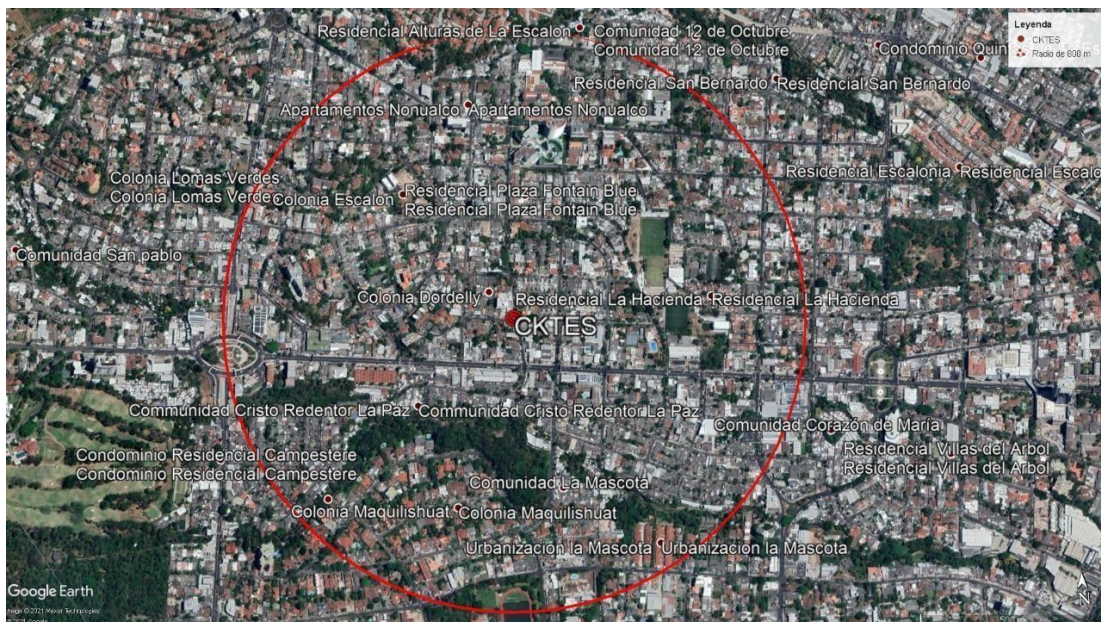
2.2.2. *Locación en zonas prioritarias para su recuperación*

A pesar de ser un edificio ya construido y estar en una zona desarrollada, aparentemente no hay pruebas de tener suelo o aguas subterráneas contaminadas para realizar actividades que permitan remediar este problema, sin embargo, la renovación mayor que se llevará a cabo en el mismo edificio tampoco daña ninguna zona sensible con valor medioambiental.

2.2.3. *Localización en zonas de alta densidad y usos diversos*

Aprovechando la estructura existente y accesibilidad que tiene la empresa podemos cumplir este punto más que todo con base en la segunda estrategia que propone de 4 a 8 centros comunitarios en menos de 800 metros (bancos, restaurantes, centros de salud, centros comerciales, edificios de oficina, escuelas etc.). Ver figura 2.

Figura 2: Distribución de centros comunitarios a menos de 800 m.



Fuente: Google Earth

2.2.4. *Acceso a tránsito de calidad*

Este punto se puede obtener fácilmente, ya que cuenta con la parada de buses y microbuses de la ruta 52 a menos de 180 m. El horario de esta ruta es de 4:30 a.m. partiendo del punto de ruta que se encuentra en la ex terminal de oriente, hasta las 7:30 p.m. saliendo de la ex terminal de oriente, cumpliendo con los puntos que solicita Leed v4.1.

Tabla 1: Servicio mínimo de tránsito diario

Weekday trips	Points
72	1
144	2
250	3
360	4

Fuente: LEED V4.1 Building Design and Construction.

Su recorrido abarca los principales puntos de San Salvador siendo más ventaja para abordar otras rutas para desplazarse a sus lugares fuera de San Salvador como se explica en la tabla 2:

Tabla 2: Recorrido de la ruta 52 bus tomando puntos principales.

Recorrido de ruta 52 Bus Ida		Recorrido de ruta 52 Bus Vuelta	
Puntos estratégicos	Rutas adyacentes	Puntos estratégicos	Rutas adyacentes
Reloj de flores	7D, 7C, 41F, 41A, 41D, 41B, 29C, 29D, 29F, 29G, 140, 113, 125, 117, 115, 124, 52	Galerías Escalón	16, 52, 7D
Parque infantil	6, 4, 7, 26, 23, 2A, 20, RB, 52	Salvador del Mundo	42B, 42, 101A, 101B, 79, 101D, 30B, 7D, 46C, 46, 52
Metrocentro San Salvador	29A, 29C, 29D, 29F, 29G, 101D, 44, 4, RB, 7D, 2C, 30A, 30, 30B, 7A, 52.	Parque Cuscatlán	42B, 42, 101A, 101B, 79, 101D, 30, 30A, 7D, 46C, 46, 4, 9, 27, 29A, 29C, 29D, 29F, 29G, 11, 2C, 27, 52
Salvador del Mundo	42B, 42, 101A, 101B, 79, 101D, 30B, 7D, 46C, 46, 52	Tercera calle poniente	42B, 42, 101A, 101B, 79, 101D, 30B, 7D, 46C, 46, 52
Galerías Escalón	16, 52, 7D	Reloj de flores	7D, 7C, 41F, 41A, 41D, 41B, 29C, 29D, 29F, 29G, 140, 113, 125, 117, 115, 124, 52

Fuente: Elaboración propia

2.2.5. Instalaciones para bicicletas

Se puede optar por este punto ya que tiene como ventaja que la mayoría de servicios comunitarios están a menos de 4,800 metros. Y la empresa está dispuesta a invertir en el estacionamiento para bicicletas que puedan tener tanto empleados como visitantes.

2.2.6. Huella de estacionamiento reducida

Reducción del 30% por debajo de las proporciones base del edificio², ofrecer estacionamiento preferencial a vehículos compartidos.

2.2.7. Vehículos eléctricos

Se pretende instalar una estación de carga para vehículos eléctricos, ya que en el país se está empezando a comercializar los vehículos 100% eléctricos mediante Quantum y Grupo Q. Aunque se generen costos para la empresa no son tan elevados, ya que no se necesita una conexión especial a la que ya está instalada en el edificio y para la empresa CKT-ES S.A. de C.V. sería un plus atractivo para sus clientes.

Puntos proyectados: 16/16 Se proyectan esos puntos ya que se trató de cumplir con las mejoras necesarias para llevar a cabo el cumplimiento que especifica la versión 4.1 de LEED. También porque la ubicación no representó un daño para el medio ambiente y se buscó alternativas viables para los medios de transporte, sabiendo los costos que esto conlleva, pero las mejoras serán un beneficio a mediano y largo plazo.

2.3. Sitios sostenibles

2.3.1. Contaminación de la actividad de la construcción prevención

Por ser un edificio ya establecido no se generará tanta contaminación ya que los escombros y demás desechos pueden ser fácilmente tratados; Por medio de MIDES se coordinará un plan para gestionar la recolección. También se contratarán recicladoras certificadas por el ministerio del medio ambiente para aquellos desechos que puedan reciclarse.

2.3.2. Evaluación ambiental del sitio

Como se menciona anteriormente el edificio está en una zona comercial y no se vio afectado ningún lugar protegido en flora, fauna y mantos acuíferos. En este punto no se ha tomado a

² LEED v4.1 Building design and Construction. November 2020

consideración todos los puntos específicos que pide la guía LEED v 4.1 por que se tuvieron que realizar con anterioridad para poder construir el edificio, ya que es un requisito que pide el ministerio del medio ambiente, alcaldía junto con otras organizaciones como la OPAMSS.

2.3.3. *Proteger o restaurar el hábitat*

Por la naturaleza del proyecto de renovación mayor, este criterio se puede aplicar ya que no se está afectando ninguna área protegida. En cambio, sí se busca restaurar el hábitat mediante colocación de vegetación.

2.3.4. *Gestión del agua de lluvia*

Mediante la captación de aguas lluvias por medio de tanques, se utilizará dicha agua para riego de zona verde, macetas etc. ya que si se desea realizar un proyecto para reutilización como agua potable se tendría que pasar por un proceso de purificación o desinfección (clorarla).

2.3.5. *Reducción de isla de calor*

Se tratará la manera de reducir este impacto ya que el edificio cuenta con un área de techo donde se colocarán paneles solares y plantas de bajo crecimiento en un área del tercer piso. Al igual que al frente del edificio se buscará crear una pantalla natural con enredaderas. Dar sombra mediante estructuras o dispositivos arquitectónicos con un valor de reflectancia solar (RS) después de tres años de al menos 0,28. Si no hay información disponible para después de los tres años, utilizar materiales con una RS inicial de al menos 0,33 en el momento de instalación de acuerdo con ANSI/CRRC100. Al igual que al frente del edificio se buscará crear una pantalla natural con vegetación tipo enredadera como la hiedra Hedera Helix se adhiere por si sola a las paredes, no necesita casi mantenimiento ni poda lo que la hace una buena candidata para cubrir y pueden reducir entre un 5°C a 7°C.

Puntos proyectados: 7/10 Se esperan obtener estos por medio de la implementación de las especificaciones requeridas en los sitios sostenibles, junto con la norma ASHRAE 2016 donde especifica por ejemplo RS (Reflectancia solar).

2.4. Eficiencia del agua

2.4.1. *Reducción del uso de agua en exteriores*

Reducir por lo menos 50% del consumo de agua en exteriores.

2.4.2. Reducción del uso de agua en interiores

Reducir por lo menos 50% del consumo de agua con respecto a la línea base del edificio mediante.

2.4.3. Medición de agua a nivel de edificio

Colocar sensores de mediciones de agua calibrados y respaldados con certificación. A parte de los medidores de ANDA. (Para costo ver Tabla 6)

2.4.4. Reducción del uso de agua en exteriores

Colocación de tanque para la captación agua lluvia para riego de zonas verdes y limpieza de aceras.

2.4.5. Reducción del uso de agua en interiores

Instalación de lavabos y sanitarios ahorradores de agua, colocación de mingitorios secos estos no necesitan el agua para funcionar. Según Tabla 3 y Tabla 4.

Tabla 3: Línea base de consumo de agua de instalaciones y accesorios. Propuesta por guía LEED V4.1

Fixture or fitting	Baseline (IP units)	Baseline (SI units)
Toile (water closet) *	1.6 gpf	6.0 lpf
Urinal *	1.0 gpf	3.8 lpf
Public lavatory (restroom) faucet	0.5 gpm at 60 psi all others except private applications	1.9 lpm at 415 kpa, all others except private applications
Private lavatory faucets	2.2 gpm at 60 psi	8.31 lpm at 415 kpa
Kitchen faucet (excluding faucets used exclusively for filling operations)	2.2 gpm at 60 psi	8.31 lpm at 415 kpa
Showerhead	2.5 gpm at 80 psi per shower stall	9.5 lpm at 550 kpa per shower stall

**Etiqueta WaterSense disponibles para este tipo de productos*

Fuente: LEED V4.1 Building Design and Construction.

Tabla 4: Puntos para reducir el consumo del agua

Porcentaje de reducción	Puntos (BD+C)
25%	1
30%	2
35%	3
40%	4
45%	5
50%	6

Fuente: LEED V4.1 Building Design and Construction.

2.4.6. Medición de agua

Implementando flujómetros para la medición de agua en diferentes puntos o a la entrada como medidor testigo del flujómetro de ANDA. No se toman en cuenta sensores para sistema de riego por que no poseen área verde de gran impacto.

Puntos proyectados: 9/11 Teniendo en cuenta los prerequisites y las mejoras en manera de ahorro de agua se proyecta tener esta cantidad de puntos, logrando cumplir lo que especifica la LEED V4.1.

2.5. Energía y atmósfera

2.5.1. Puesta en servicio y verificación básicos (prerrequisitos):

Desarrollo de OPR (Owners Project Requirement) y BOD (Basis of Design).

2.5.2. Desempeño energético mínimo

Reducir el consumo excesivo mediante la obtención de un nivel máximo de eficiencia energética el edificio y sus sistemas.

2.5.3. Edificio - medición del nivel de energía

Como prerrequisito para la certificación, se requiere la medición de energía del edificio. Los operadores y los propietarios deben medir la capacidad total del edificio y compartir datos detallados. Además, LEED lleva la medición de energía más allá al requerir que los medidores midan y registren el uso de energía en intervalos de una hora o más frecuentemente. Este avanzado requisito previo proporciona datos mucho más detallados a los operadores y propietarios del edificio sobre cuándo y cómo se consume la energía. Agregar medidores en puntos de uso del edificio, esto permitirá a los propietarios del edificio medir el consumo de electricidad con mayor precisión y más detalle. Con una construcción de datos más granular, los operadores pueden tomar una mejor decisión sobre la asignación del consumo para impulsar la eficiencia.

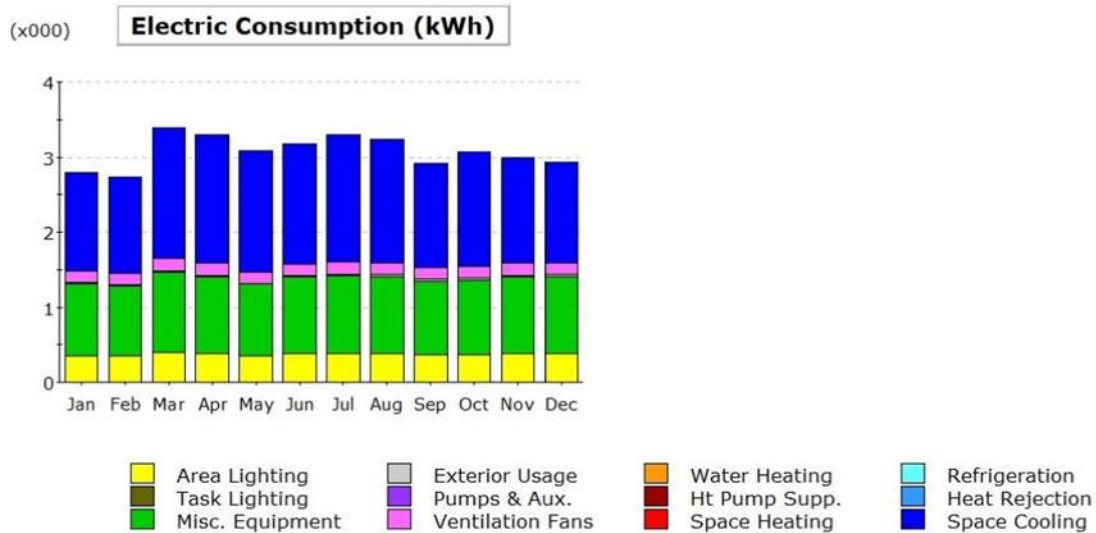
El edificio de CKT-ES S.A. de C.V. actualmente posee un sistema de aires acondicionados de tipo Inverter en cada área, hacen un total de 18 aires acondicionados de los cuales 5 aires acondicionados son de 60,000 BTU (5 TON), 5 de 24,000 BTU (2 TON), 4 de 12,000 BTU (1 TON) y 4 de 18,000 BTU (1.5 TON), estos tienen la capacidad de trabajar en acondicionar óptimamente un área total aproximada de 285 m², mientras que el área total del edificio es de 294.23 m², por lo que los equipos están subdimensionados a la capacidad real del edificio.

Se propone implementar un cambio en el sistema de acondicionamiento por medio de un HVAC (calentador, ventilación y acondicionador de aire por sus siglas en inglés), de una capacidad de 120,000 BTU (10 TON) con la que se podrá acondicionar un área equivalente hasta 300 m².

Realizamos una simulación del edificio en eQuest y se obtuvieron los siguientes resultados (ver figura 3):

2.5.4. Refrigerante fundamental

Figura 3: Resultado de simulación con cargas actuales del edificio con A/C inverter



Electric Consumption (kWh x000)

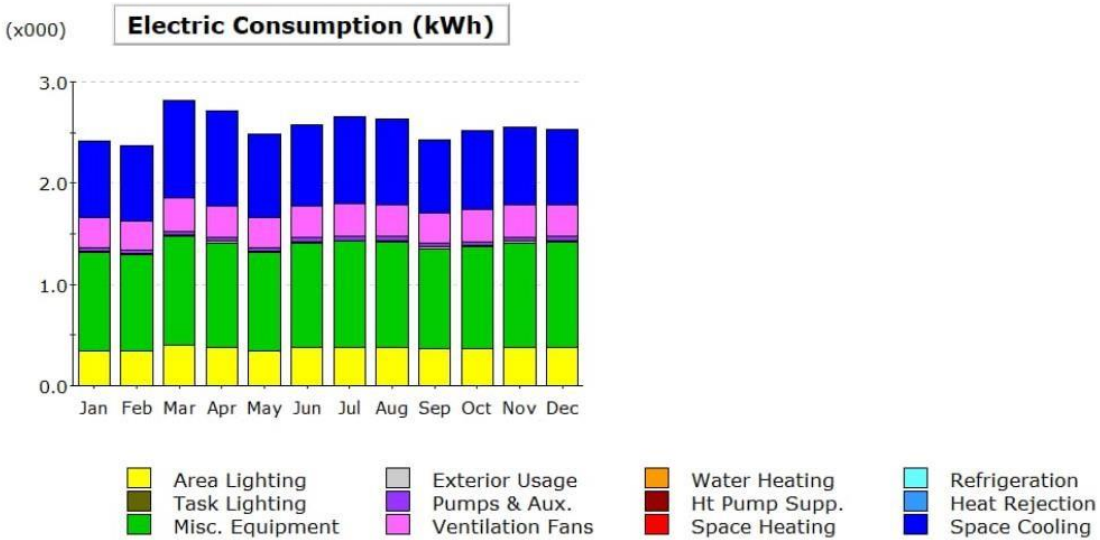
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Space Cool	1.31	1.28	1.74	1.72	1.62	1.60	1.70	1.64	1.40	1.53	1.40	1.34	18.28
Heat Reject.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refrigeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Space Heat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HP Supp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hot Water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent. Fans	0.15	0.15	0.17	0.16	0.15	0.16	0.17	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	1.89
Pumps & Aux.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ext. Usage	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.18
Misc. Equip.	0.96	0.94	1.07	1.03	0.96	1.03	1.04	1.03	0.99	1.00	1.03	1.03	12.12
Task Lights	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Area Lights	0.35	0.34	0.40	0.38	0.35	0.38	0.38	0.38	0.36	0.36	0.38	0.38	4.43
Total	2.79	2.73	3.39	3.30	3.09	3.18	3.29	3.23	2.92	3.07	2.99	2.93	36.90

Fuente: Elaboración propia utilizando programa eQuest 3.65.7175

Como se observa en la Figura 3, la simulación nos muestra que buena parte de la demanda energética se utiliza para los aires acondicionados actuales, obteniendo una demanda de 36.9 MWh por año, dichos resultados de la simulación se compararon con respecto a la factura energética del edificio.

Al realizar una simulación sustituyendo los 18 aires acondicionados que actualmente posee por las características de un solo equipo de 10 TON tipo HVAC, obtuvimos los siguientes resultados:

Figura 4: Resultado de simulación sustituyendo aires acondicionados por un sistema HVAC



Electric Consumption (kWh x000)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Space Cool	0.75	0.75	0.96	0.93	0.82	0.80	0.86	0.85	0.72	0.78	0.77	0.75	9.74
Heat Reject.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refrigeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Space Heat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HP Supp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hot Water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent. Fans	0.30	0.29	0.33	0.32	0.30	0.32	0.32	0.32	0.30	0.31	0.32	0.32	3.73
Pumps & Aux.	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.45
Ext. Usage	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.18
Misc. Equip.	0.97	0.95	1.08	1.03	0.97	1.03	1.05	1.04	0.99	1.01	1.03	1.04	12.18
Task Lights	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Area Lights	0.35	0.34	0.40	0.38	0.35	0.38	0.38	0.38	0.36	0.36	0.38	0.38	4.43
Total	2.42	2.37	2.82	2.72	2.48	2.57	2.66	2.63	2.43	2.51	2.56	2.53	30.71

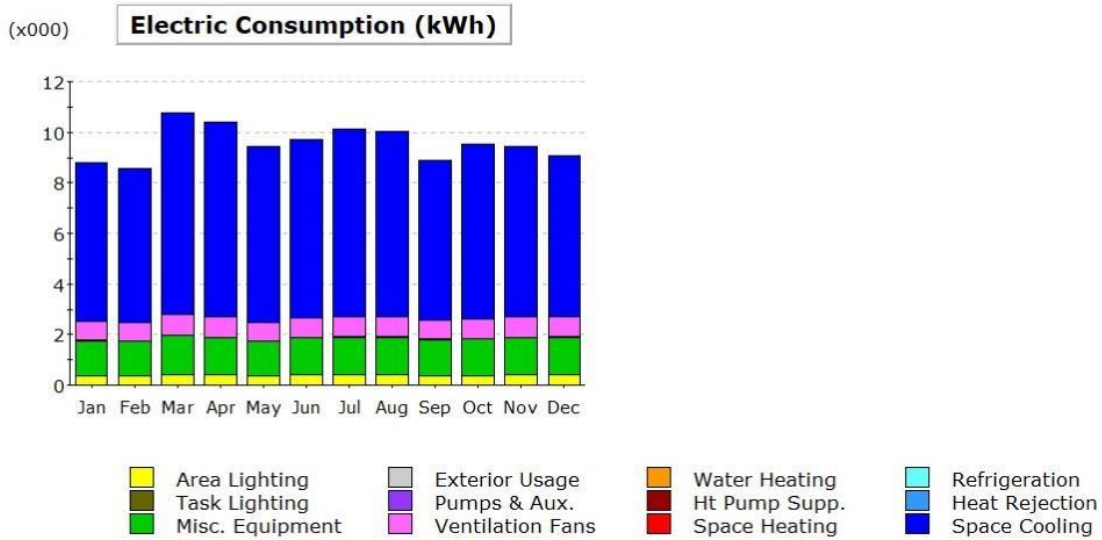
Fuente: Elaboración propia utilizando programa eQuest 3.65.7175

Se puede observar en la figura 4, se tiene un ahorro de aproximadamente 6 MWh por año, sin embargo, cabe recalcar que el edificio en la actualidad y por pandemia está operando al 32.15% de su demanda energética máxima.

Por lo que se realizó una simulación para estimar cuánta energía se estaría ahorrando para el momento que el edificio esté operando a plena capacidad.

Al realizar la simulación con el actual sistema de aires acondicionados Inverter y con el sistema HVAC con el edificio a plena carga se obtuvo lo siguiente:

Figura 5: Resultado simulación de edificio a plena carga con A/C Inverter actuales

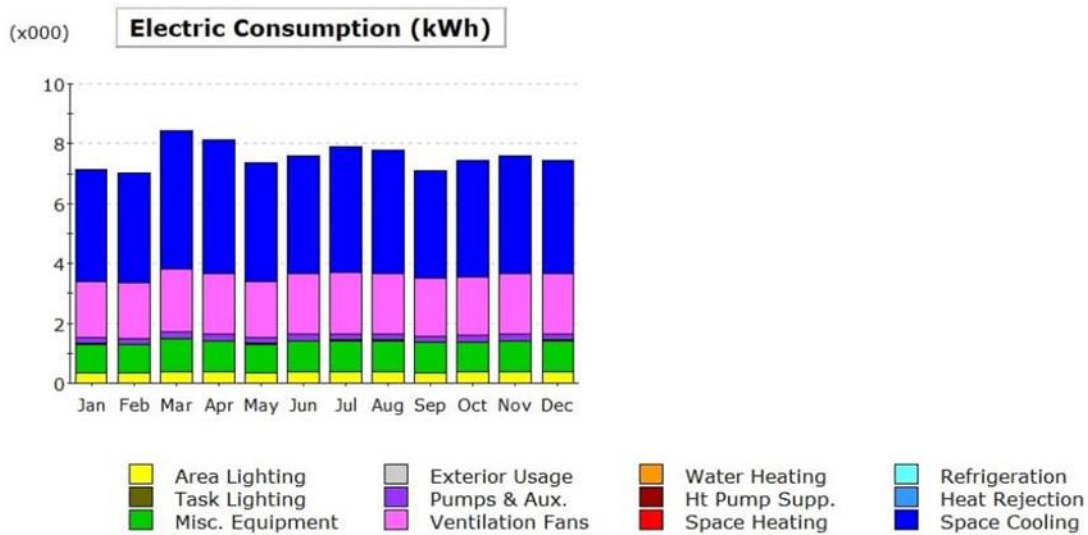


Electric Consumption (kWh x000)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Space Cool	6.30	6.12	7.96	7.72	6.94	7.05	7.44	7.34	6.30	6.91	6.73	6.37	83.20
Heat Reject.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refrigeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Space Heat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HP Supp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hot Water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent. Fans	0.73	0.72	0.82	0.79	0.73	0.79	0.80	0.79	0.75	0.77	0.79	0.79	9.28
Pumps & Aux.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ext. Usage	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.18
Misc. Equip.	1.39	1.36	1.55	1.49	1.39	1.49	1.50	1.49	1.43	1.45	1.49	1.49	17.51
Task Lights	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Area Lights	0.36	0.36	0.41	0.39	0.36	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.39	0.39	4.61
Total	8.80	8.57	10.76	10.40	9.44	9.73	10.14	10.03	8.88	9.52	9.42	9.06	114.76

Fuente: Elaboración propia utilizando programa eQuest 3.65.7175

Figura 6: Resultado simulación de edificio a plena carga con sistema HVAC



Electric Consumption (kWh x000)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Space Cool	3.75	3.67	4.64	4.47	3.97	3.96	4.20	4.13	3.58	3.87	3.93	3.78	47.95
Heat Reject.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refrigeration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Space Heat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HP Supp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hot Water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vent. Fans	1.87	1.84	2.10	2.02	1.87	2.02	2.04	2.02	1.93	1.96	2.02	2.02	23.70
Pumps & Aux.	0.20	0.19	0.22	0.21	0.20	0.21	0.22	0.21	0.20	0.21	0.21	0.21	2.49
Ext. Usage	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.18
Misc. Equip.	0.97	0.95	1.08	1.03	0.97	1.03	1.05	1.04	0.99	1.01	1.03	1.04	12.18
Task Lights	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Area Lights	0.35	0.34	0.40	0.38	0.35	0.38	0.38	0.38	0.36	0.36	0.38	0.38	4.43
Total	7.15	7.01	8.45	8.13	7.37	7.61	7.90	7.79	7.08	7.42	7.59	7.44	90.93

Fuente: Elaboración propia utilizando programa eQuest 3.65.7175

Comparando la Figura 5 y Figura 6, se estima un ahorro aproximado de 24 MWh por año, siendo un ahorro mucho más significativo para cuando el edificio se encuentre a plena carga, representando un ahorro estimado del 20% anual de energía consumida de los aires acondicionados.

Finalmente, el ahorro mensual se traduce en \$395.18 y al cabo de un año el ahorro sería de \$4,742.17 por lo que al estimar una inversión de \$9,707.14 estaríamos recuperando la inversión al cabo de 2 años sólo con los ahorros proyectados.

Puntos proyectados: 16/33 La reducción de los consumos energéticos estimados por las simulaciones es un 20% de energía anual, que aportan al objetivo de obtener la certificación.

2.6. Materiales y Recursos

2.6.1. Almacenamiento y recolección de productos reciclables

Aplicar las 3R (reducir, reutilizar y reciclar) por medio de depósitos identificados, y creando campañas de concientización a los empleados y visitantes. Dando acceso a recicladoras autorizadas para recolectar lo reciclable.

2.6.2. Planificación de la gestión de los desechos de construcción y demolición

Tratar de reducir la cantidad de desechos en las demoliciones y que no afecten el medio ambiente que rodea las instalaciones, tener un orden de reciclaje con los escombros y las partes que puedan ser reutilizadas darles tratamiento. Según Tabla 5 optando de 1-5 puntos.

Tabla 5: Puntos para la reutilización de elementos estructurales del edificio basados en el área del piso terminada

Porcentaje de paredes, pisos y reutilización del techo por área de piso	Puntos (BD+C)
15%	1
30%	2
45%	3
60%	4
75%	5

Fuente: LEED V4.1 Building Design and Construction.

Calculando el porcentaje mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} & \% \text{ reutilización de edificios existentes} \\ & = \frac{\text{area reutilizada en sitio} + \text{area reutilizada desde fuera del sitio}}{\text{area de construccion existente} - \text{area de materiales peligrosos}} \times 100 \end{aligned}$$

2.6.3. Reducción de fuente PBT-Mercurio

En este punto en particular los interesados del proyecto concordaron la utilización a un 100% lámparas LED, para evitar cualquier utilización de lámparas que contengan mercurio.

2.6.4. Impacto en el ciclo de vida del edificio Reducción

Por ser un edificio construido casi en su totalidad. Solo se hará una mejora mayor teniendo en cuenta la utilización de los recursos existentes como: piso, paredes, techos. Para obtener estos puntos utilizaremos la tabla 5.

2.6.5. Creación de divulgación y optimización de EPD

Utilizar la mayor cantidad posible de productos que estén bajo la normativa ISO 14020 “etiquetas y Declaraciones Ambientales” ya que estos proveen información sobre el proceso de fabricación del mismo.

Buscar 3 tipos de etiqueta:

Tipo I: Etiqueta verde (norma ISO 14024) características del producto que lo hacen amigable con respecto a otros comparados.³

Tipo II: Auto declaraciones ambientales (norma ISO 14021) las cuales son avaladas por el mismo fabricante enfatizando ciertos requerimientos.³

Tipo III: Declaraciones ambientales de un producto (norma ISO 14025) contiene información sobre los datos ambientales de ciclo de vida de un producto o servicio.³

2.6.6. Creación de divulgación y optimización de productos

Al utilizar los productos que tienen cualquiera de los 3 tipos de etiqueta podremos comprobar la procedencia de la materia prima del proveedor, comprobando el ciclo de vida útil, y que estas materias primas sean obtenidas de una manera ecológicamente responsables.

2.6.7. Divulgación y optimización de los productos de construcción

Obteniendo las materias primas con algún tipo de declaración ambiental podemos estar seguros que los ingredientes también poseen dicha declaración.

³ <https://www.elsalvadorgreenbc.org/que-es-una-declaracion-ambiental-de-un-producto-epd/>

2.6.8. Gestión de residuos

Se harán las actividades necesarias para el tratamiento de los desechos y re aprovechar hasta su eliminación.

- Genere menos de 15 lbs/ft² (75 kg/m²) (1 punto)⁴
- Genere menos de 10 lbs/ft² (50 kg/m²) (2 punto)⁴

Puntos proyectados: 13/13 Se proyectan estos puntos por utilizar la mayor cantidad posible de productos que estén bajo la normativa ISO 14020 “Etiquetas y Declaraciones Ambientales” ya que estos proveen información sobre el proceso de fabricación del mismo y por contar con un plan para la eliminación y reutilización de desechos.

2.7. Calidad del Ambiente Interior

2.7.1. Rendimiento mínimo de la calidad del aire interior

Para espacios con ventilación mecánica, cumplir con los requisitos de la Norma 62.1-2016 de ASHRAE, Secciones 4, 5, 6.2, 6.5 y 7, o un equivalente local, el que sea más estricto.

Proporcionar monitores de aire exterior para todos los sistemas de ventilación mecánica con un flujo de entrada de aire exterior mayor de 1,000 cfm (472 L/s). El dispositivo de monitoreo debe ser capaz de medir el aire exterior mínimo flujo de entrada y ser capaz de medir el flujo de entrada de aire exterior mínimo de diseño con una precisión de $\pm 10\%$. Una alarma debe indicar cuando el valor del flujo de aire exterior varía en un 15% o más del punto fijo. Alternativamente, para sistemas de volumen constante que no emplean ventilación de control de demanda, proporcione un indicador capaz de confirmar que el amortiguador de admisión está abierto a la posición necesaria para mantener el diseño flujo de aire exterior mínimo determinado durante el arranque y el equilibrado del sistema.⁴

⁴ LEED v4.1 Building design and Construction. November 2020

2.7.2. Control del Humo de tabaco en el ambiente

Prohibido fumar (cigarrillos, cannabis y cigarrillos electrónicos) dentro y alrededores del edificio. Colocando rótulos de no fumar en lugares estratégicos del edificio.

2.7.3. Calidad del aire interior mejorar estrategias

Filtración equivalente de ePM1 50% o superior, según lo define la norma ISO 16890-2016.

Monitorear las concentraciones de CO₂ en todos los espacios densamente ocupados y donde ocurren procesos de fabricación.

Colocar monitores de CO₂ en una posición 1,600 milímetros al nivel del piso, ya que deben estar entre 3 y 6 pies (900 y 1,800 milímetros) sobre el piso. Ver Figura 13 que se encuentra en el anexo.

Los monitores de CO₂ tendrán un sistema de alerta, si la concentración de CO₂ detectada excede al punto de ajuste en más del 10%.

2.7.4. Materiales de baja emisión

Reducir las concentraciones de contaminantes químicos que puedan dañar la calidad del aire, salud, productividad y el medio ambiente.

2.7.5. Construcción Calidad del aire interior, Plan de gestión

Promover el bienestar de los trabajadores de la construcción y los ocupantes del edificio minimizando el aire interior.

Problemas de calidad asociados con la construcción y la renovación.

2.7.6. Evaluación de la calidad del aire interior

Se estará verificando con la ayuda de los sensores que se colocaran como por ejemplo los monitores de CO₂ etc.

2.7.7. Confort térmico

Se tendrá a disposición controles individuales de ventilación para al menos el 50% de los espacios de ocupantes individuales o compartidos.

2.7.8. Luz interior

Utilizar el nivel de lúmenes requeridos para espacios cerrados. Como lo indica el Reglamento General de prevención de riesgos en lugares de trabajo, capítulo IV, sección II, del ministerio de trabajo de El Salvador.

2.7.9. Luz Natural

Posee ingreso de luz natural por las ventanas y techo en tercer nivel, y el proyecto de jardín vertical no busca eliminar el ingreso de luz natural al 100%.

2.7.10. Vistas de calidad

El edificio posee ventanas cuya vista se aprecia la parte alta al volcán de San Salvador, también un vistazo a la parte urbana. Las vistas deben ser a través de vidrio con una transmitancia de luz visible (VLT) superior al 40%. Si el acristalamiento tiene fritas, patrones o tintes, se debe preservar la vista. Se aceptan tintes de gris neutro, bronce y azul verdoso. Las vistas deben incluir al menos uno de los siguientes:

- Naturaleza, hitos urbanos o arte; u
- Objetos al menos a 25 pies (7.50 metros) del exterior del acristalamiento.

Los ocupantes deben tener acceso directo a la vista y estar dentro de tres veces la altura de la cabeza del acristalamiento sin obstrucciones interiores permanentes entre el ocupante y la ventana. Excepciones: Se excluyen las columnas verticales de menos de 1 pie (0,3 metros) de ancho y las características horizontales de menos de 1 pie (0.3 metros) de altura.⁵

2.7.11. Rendimiento acústico

Se propone hacer mediciones de ruido dentro de cada área y/o cubículo y documentarlo para verificar que no existen fuentes de ruidos dentro de cada área de trabajo en específico.

Puntos Proyectados: 16/16 Siguiendo la normativa de ASHARE para calidad de aire interior y teniendo monitoreado diferentes parámetros del aire, luz y acústica, podremos puntuar lo proyectado.

⁵ LEED v4.1 Building design and Construction. November 2020

2.8. Innovación

2.8.1. Profesional acreditado por LEED

Al menos un participante principal del equipo debe ser profesional acreditado LEED con una especialidad apropiada para el proyecto.

Puntos proyectados: 1/3 En vista que no contamos con un proyecto innovador, pero si contamos con personal capacitado podremos obtener un punto en este criterio.

2.9. Prioridad Regional

Por la implementación de estrategias de construcción sostenible que aborden problemas ambientales que enfrenta El Salvador. LEED establece prioridades regionales basadas en la importancia que tienen ciertos créditos para diferentes regiones geográficas. Para este proyecto, los créditos que aplicaron como prioridad regional son los siguientes:

- SS: Conectividad con la comunidad
- EA: Consumo energético en equipos
- EA: Medición y verificación de consumo de energía
- IEQ: Luz de día.

Puntos proyectados: 4/4 Se proyectan estos puntos por realizar el proyecto dentro de un país en vías de desarrollo, y buscar mejoras que no afecten a la flora, fauna y población podremos ganar esos puntos proyectados mediante:

- SS: Conectividad con la comunidad
- EA: Consumo energético en equipos
- EA: Medición y verificación de consumo de energía
- IEQ: Luz de día.

Capítulo 3. Análisis financiero del proyecto

Para la propuesta de mejoras al edificio CKT-ES S.A. de C.V. se han establecido en las estrategias antes mencionadas algunos proyectos a realizar para el cumplimiento de los créditos otorgados según la estrategia.

Como se puede observar en la Tabla 6, se han establecido los proyectos necesarios, su inversión y el tiempo estimado de ejecución de cada uno de ellos.

Tabla 6: Presupuesto para proyecto

Actividad	Presupuesto	Tiempo estimado de ejecución	Retorno de inversión
Implementación de aislamientos térmicos (Jardín vertical módulos de 1x1 m para 60 m ² , sistema de riego con bombas de dosificación)	\$11,613.92	6 a 12 meses	Proyecto para puntuar créditos LEED
Implementación de 20 sensores de temperatura, 11 flujómetros de 1/2" NPT para puntos de uso y 15 sensores de movimiento para todo el edificio	\$7,250.00	6 meses	Proyecto para puntuar créditos LEED
Sustitución de aires acondicionados por sistema HVAC de 10 Toneladas	\$9,707.14	4 a 6 meses	2 años y 3 meses
Instalación de puntos de carga para automóviles eléctricos	\$2,000.00	1 a 2 meses	Proyecto para puntuar créditos LEED
Proyecto de captación de agua lluvia para riego (bomba centrífuga + tanque neumático + tanque de almacenamiento)	\$1,265.00	2 a 4 meses	Proyecto para puntuar créditos LEED
Instalación de paneles solares para autoconsumo (total 45 paneles en techo y 5 inversores AC/DC)	\$12,562.50	12 meses	5 años y 6 meses
Instalación de equipos ahorradores de agua (4 inodoros ahorradores de agua, 2 mingitorios secos y 7 chorros ahorradores de agua)	\$2,621.00	1 mes	Proyecto para puntuar créditos LEED
Inversión total	\$47,019.56		

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que los costos de suministro y mano de obra son estimados con base a la información que se encontró para cada actividad.

En el caso del sistema de paneles fotovoltaicos propuesto, realizamos un análisis económico para evaluar la rentabilidad del proyecto.

Como se muestra en las premisas (Tabla 7 de anexos), se ha considerado un proyecto financiado al 90% por un préstamo extendido por la banca.

El sistema está diseñado para autoconsumo y no para ser proyecto tipo generador eléctrico, por lo que está diseñado su capacidad máxima al 90% de la demanda total del edificio, siendo este 33.3MWh/año la demanda anual de energía del edificio.

Se muestra en la Figura 8 el flujo de caja del proyecto en donde se puede apreciar que el préstamo puede ser cancelado en su totalidad y la inversión inicial a partir del año 5, generando ganancias al final del año 6.

Este análisis lo confirma la tasa de retorno del proyecto el cual posee el valor de 19.27% y su VAN es de \$12,218.90 siendo su periodo de recuperación de aproximadamente 5 años y medio.

Actualmente el edificio posee un costo energético anual de \$5,135.00 y el flujo de caja del proyecto se tendrán ingresos hasta de \$2,410.78, lo cual hará una reducción hasta de \$2,724.22 anuales en el costo energético anual (dicho valor será variable año con año debido a diferentes factores externos, cambios en el precio de la energía eléctrica, etc.)

Conclusiones y recomendaciones

1. Con la cantidad de créditos obtenidos se ha tomado a bien puntuar para la categoría LEED PLATA que va desde 50 a 59 puntos.
2. Para lograr la certificación del edificio CKT-ES S.A. de C.V en LEED se deben realizar por parte de los interesados todas las actividades que sugerimos en la presente tesis, teniendo en cuenta que es imperativo el documentar todo para comprobar que se cumple cada estrategia de la forma en que se ha presentado en esta tesis y/o agregando las actividades que el interesado crea conveniente para lograr puntuar en las estrategias.
3. Como se ha comprobado por medio de simulaciones y análisis financiero, el proyecto Fotovoltaico es rentable, genera ahorro energético, puntúa en LEED y su retorno de inversión es al cabo de 5 años.
4. Para generar un ahorro energético en la climatización del ambiente dentro del edificio, con el sistema HVAC se tendrá un ahorro energético sustancial especialmente cuando el edificio se encuentre operando bajo plena carga, ya que por pandemia actualmente está a un 32.15% de su capacidad.
5. Los demás proyectos presentados en esta tesis (jardín vertical, instalación de sensores, etc.) si representan una inversión para CKT-ES S.A. de C.V. que le permitirá puntuar en las estrategias mencionadas y llevar un control de la utilización de los recursos, mientras que también ayudará de manera indirecta a hacer más eficientes los sistemas de acondicionamiento, uso de energía, uso de agua y confort.
6. Se recomienda al interesado que involucren en el proyecto a una persona acreditada en LEED para puntuar en la estrategia de innovación.

Bibliografía

- Elmer Salvador Marroquín Bermúdez; Roberto José Rodríguez; Emerson Alexander Alas Peña; (2017). Certificación LEED del Edificio de Producción de una Planta Industrial en El Salvador. El Salvador: Universidad Don Bosco.
- LEED V4.1 Building Design and Construction Getting started guide for beta participants November 2020.
- Rodríguez J. M; Plazas A. F; (2011) Estudio de factibilidad para la implementación del modelo LEED que permita el manejo eficiente de los recursos naturales en el edificio torre empresarial PETROBRAS. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
<https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/3249>
- Quiñones G. (2015); Análisis de factibilidad para el diseño sustentable, basado en requisitos de certificación LEED® para desarrollo urbanístico 2009, aplicados en un conjunto residencial en la Ciudad de Guayaquil. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89609/D-70107.pdf>

Páginas webs

- El Salvador Green Building Council:
<https://www.elsalvadorgreenbc.org/>
- USGBC country market brief:
<https://www.usgbc.org/resources/country-market-brief>
- USGBC Projects in El Salvador:
<https://www.usgbc.org/projects?Country=%5B%22EI+Salvador%22%5D>
- ASHRAE Standard 90.1-2016 -- Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.
- CKT-ES página web:
<https://cktes.com/>
- Ministerio de Trabajo de El Salvador. Decreto N°. 89. [Online].
<http://www.jurisprudencia.gob.sv/DocumentosBoveda/D/2/2010-2019/2012/04/96988.PDF>
- Más información sobre CKT-ES:
<http://www.findglocal.com/SV/San-Salvador/162342017686479/Ckt-es>
- <http://industriaelsalvador.com/wp-content/uploads/2019/07/8.-FINANCIANDO-EL-EMPRENDIMIENTO.-Yax-Canossa.pdf> (Hoja 13 de la presentación).
- Precios máximos para el suministro eléctrico vigentes a partir del 15 de abril 2021:
<https://www.siget.gob.sv/download/pliego-tarifario-del-suministro-de-energia-electrica-al-consumidor-final-vigente-del-15-de-abril-de-2021-al-14-de-julio-de-2021/?wpdmdl=4808&refresh=608ddead992781619910317>
- Puntos de carga para autos eléctricos:
https://www.amazon.com/-/es/ChargePoint-Home-Flex-EV-habilitado/dp/B07WXZDHGV/ref=pd_vtp_1/135-9281195-2373338?pd_rd_w=lT8Ga&pf_rd_p=016e3697-91be-4dc2-9533-ef9350e7e73d&pf_rd_r=1VJ1NPDBMD7W10BCM1G4&pd_rd_r=d5932c70-6dde-479c-b4fb-9b6fbb206a9b&pd_rd_wg=USkJV&pd_rd_i=B07WXZDHGV&th=1
- Tanque y bomba centrífuga para proyecto de captación de agua lluvia:

<https://www.vidri.com.sv/producto/32090/tanque-de-1100-lts-antibacterial-con-valvula-flotadora.html>

- <https://www.vidri.com.sv/producto/125569/BOMBA-PARA-CISTERNA-1-HP-CON-TANQUE-DE-5-GAL.html>
- Equipos ahorradores de agua:
<https://sv.epaenlinea.com/inodoros/una-pieza.html>
- <https://www.vidri.com.sv/producto/114049/MINGITORIO-BLANCO.html>
- <https://www.vidri.com.sv/producto/99318/llave-para-lavamanos-con-sensor.html>
- Sistemas HVAC:
<https://www.quecalor.com/ficha?id=2015574>
- https://www.amazon.com/-/es/Goodman-sistema-acondicionado-dividido-toneladas/dp/B081F8NH3W/ref=pd_lpo_9?pd_rd_i=B081F8NH3W&psc=1
- Sistema fotovoltaico (paneles e inversor)
<https://es.ensolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/41493>
- https://www.invertersupply.com/index.php?main_page=product_info&products_id=195635
- Medidores de caudales:
<https://www.kobold.com/Medidor-Interrup-de-caudal-Paleta-de-Torsi%C3%B3n-DPT-K>
- Jardines verticales:
https://paisajismourbano.com/es_ES

Anexos

Figura 7: Normativa SIGET para sistemas fotovoltaicos

Art. 8. Para garantizar que la unidad de generación que un UPR proyecta instalar, tiene por finalidad producir energía eléctrica para su propio consumo, ésta deberá cumplir las condiciones siguientes:

- a. La capacidad nominal máxima de la unidad a instalar deberá ser menor o igual que la demanda máxima de potencia del suministro al que la unidad suplirá la energía; y,
- b. La producción mensual estimada de energía de la unidad a instalar deberá ser menor que el consumo promedio mensual del suministro al que la unidad suplirá la energía.
- c. A las unidades de generación que posean algún dispositivo de almacenamiento de energía, no les será aplicable el requisito detallado en la letra "a.", y la producción mensual estimada de energía detallada en la letra "b." deberá ser menor o igual que el 90% del consumo promedio mensual del suministro al que suplirá la energía.

Si no se cumple alguna de las condiciones, se presumirá que la instalación de la unidad tiene como finalidad comercializar excedentes de energía, por lo que se considerará al titular como generador de energía eléctrica, de conformidad a lo estipulado en el artículo 6 de esta Norma.

El usuario productor renovable podrá disminuir su capacidad a instalar o instalada para lograr cumplir con lo dispuesto en el presente artículo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Simulación de proyecto fotovoltaico para edificio CKT-ES S.A. DE C.V.

PROYECTO			
Datos principales		Unidades	PREMISAS
1	Proyecto TIPO	PV	
2	Tamaño Planta o MW Instalada	MW	0.017
3	Factor de Capacidad de la Planta	%	20%
4	Generación Energía por año: MWh por año	MWh/año	30
5	CAPEX USD: Inversión	US\$	12,563
6	CAPEX USD: IDC Interés durante la Construcción	US\$	
7	Grant o Donación:USD	US\$	0
8	CAPEX USD: después del Grant (si hay grant) IncIDC	US\$	12,563
9	Equity: Costo del equity Ke	%	20%
10	Equity proporción	%	30%
11	Deuda: Costo de la deuda Kd	%	5%
12	Deuda proporción	%	90%
13	Deuda - Periodo de la deuda, años	años	5
14	Tax: Impuestos corporativos	%	30%
15	Tax: Impuestos Municipales	%	
16	Tax: Impuestos recurso (% Ingresos)	%	
17	Tax: Excepción de Impuestos años	años	0
18	WACC: Después de Impuestos	%	9.15%
19	Depreciación: Años	Años	33
20	Costo de producción O&M	US\$/MWh	5.00
21	Costo de administración y ventas, Seguros	US\$/MWh	1.72
22	Costos de sistema	US\$/MWh	
23	Decaimiento	%	0.5%
24	Incremento anual de costos Inflación	%	2.0%
25	Período construcción	años	1
26	Venta de CER	Ton CO ₂ /MWh US\$/TON CO ₂	
27	Tarifa, US\$/MWH	US\$/MWh	119.54
28	Escalación Tarifa		1

Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Análisis financiero y flujo de caja del proyecto fotovoltaico para el edificio CKT-ES S.A. DE C.V.

PROYECTO		0	1	2	3	4	5	6	7
Unidades									
Producción	MWh		29.13	28.99	28.84	28.70	28.55	28.41	28.27
MRS			119.54	120.54	121.54	122.54	123.54	124.54	125.54
Escalación			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Deuda									
Préstamo		\$ 11,306.25							
Amortizaciones		\$ 2,261.25	\$ 2,261.25	\$ 2,261.25	\$ 2,261.25	\$ 2,261.25	\$ 2,261.25	\$ 2,261.25	\$ 2,261.25
Saldo		\$ 9,045.00	\$ 6,783.75	\$ 4,522.50	\$ 2,261.25	\$ -	-\$ 2,261.25	-\$ 4,522.50	
Interés		565	452	339	226	113	-	(113)	
Flujo de Caja Libre									
Utilidad después de impuestos	US\$	2,030.09	2,035.37	2,040.46	2,045.34	2,050.02	2,054.51	2,058.80	
Depreciación	US\$	380.68	380.68	380.68	380.68	380.68	380.68	380.68	380.68
Inversión	US\$	(12,562.50)							
Capital de Trabajo	US\$								
Valor Residual	US\$								
Flujo de Caja Libre	US\$	(12,562.50)	2,410.78	2,416.06	2,421.14	2,426.02	2,430.70	2,435.19	2,439.48

PROYECTO

TIR

%

19.27%

VAN

US\$

\$12,218.19

Periodo de Recuperación

Años

5 años y medio

Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Reporte de simulación PVsyst de sistema fotovoltaico CKT-ES S.A. de C.V.



Version 7.2.2

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: CKTES EL Salvador
 Variant: Nueva variante de simulación
 No 3D scene defined, no shadings
 System power: 16.88 kWp
 Colonia Escalon - El Salvador

Project summary

Geographical Site Colonia Escalon El Salvador	Situation Latitude 13.70 °N Longitude -89.24 °W Altitude 825 m Time zone UTC-6	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Colonia Escalon Meteonorm 8.0 (2000-2009), Sat=100% - Sintético		

System summary

Grid-Connected System	No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation Fixed plane Tilt/Azimuth 13 / 0 °	Near Shadings No Shadings	User's needs Monthly values
System information PV Array	Inverters	
Nb. of modules 45 units	Nb. of units 5 units	
Pnom total 16.88 kWp	Pnom total 16.50 kWac	
	Pnom ratio 1.023	

Results summary

Produced Energy 30.87 MWh/year	Specific production 1829 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 81.89 %
Apparent energy 30.87 MVAh		Solar Fraction SF 41.09 %

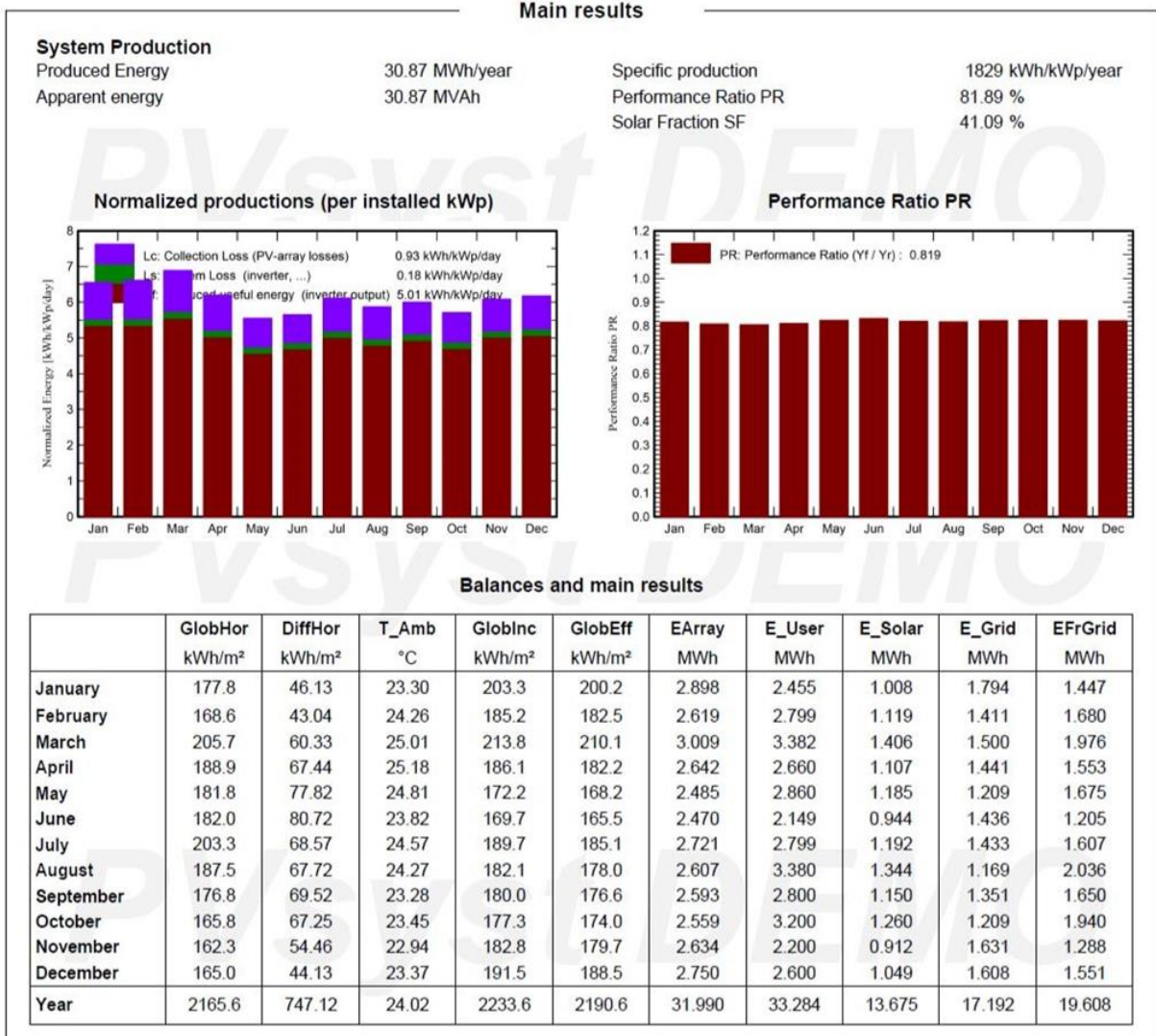
Fuente: Elaboración propia en PVsyst versión 7.2.2

Figura 10: Parámetros generales de simulación PVsyst de sistema fotovoltaico CKT-ES S.A. de C.V.

General parameters													
Grid-Connected System					No 3D scene defined, no shadings								
PV Field Orientation					Sheds configuration				Models used				
Orientation					No 3D scene defined				Transposition Perez				
Fixed plane									Diffuse Perez, Meteonorm				
Tilt/Azimuth 13 / 0 °									Circumsolar separate				
Horizon					Near Shadings				User's needs				
Free Horizon					No Shadings				Monthly values				
Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
2.45	2.80	3.38	2.66	2.86	2.15	2.80	3.38	2.80	3.20	2.20	2.60	33.3	MWh/mth
Grid injection point													
Power factor													
Cos(phi) (leading) 1.000													
PV Array Characteristics													
PV module							Inverter						
Manufacturer Longi Solar							Manufacturer ABB						
Model LR6-72 HPB 375 M							Model UNO-DM-3.3-TL-PLUS-US-S-RA (208V)						
(Original PVsyst database)							(Original PVsyst database)						
Unit Nom. Power 375 Wp							Unit Nom. Power 3.30 kWac						
Number of PV modules 45 units							Number of inverters 5 units						
Nominal (STC) 16.88 kWp							Total power 16.5 kWac						
Modules 5 Strings x 9 In series							Operating voltage 90-580 V						
At operating cond. (50°C)							Pnom ratio (DC:AC) 1.02						
Pmpp 15.31 kWp													
U mpp 325 V													
I mpp 47 A													
Total PV power							Total inverter power						
Nominal (STC) 17 kWp							Total power 17 kWac						
Total 45 modules							Nb. of inverters 5 units						
Module area 89.0 m ²							Pnom ratio 1.02						

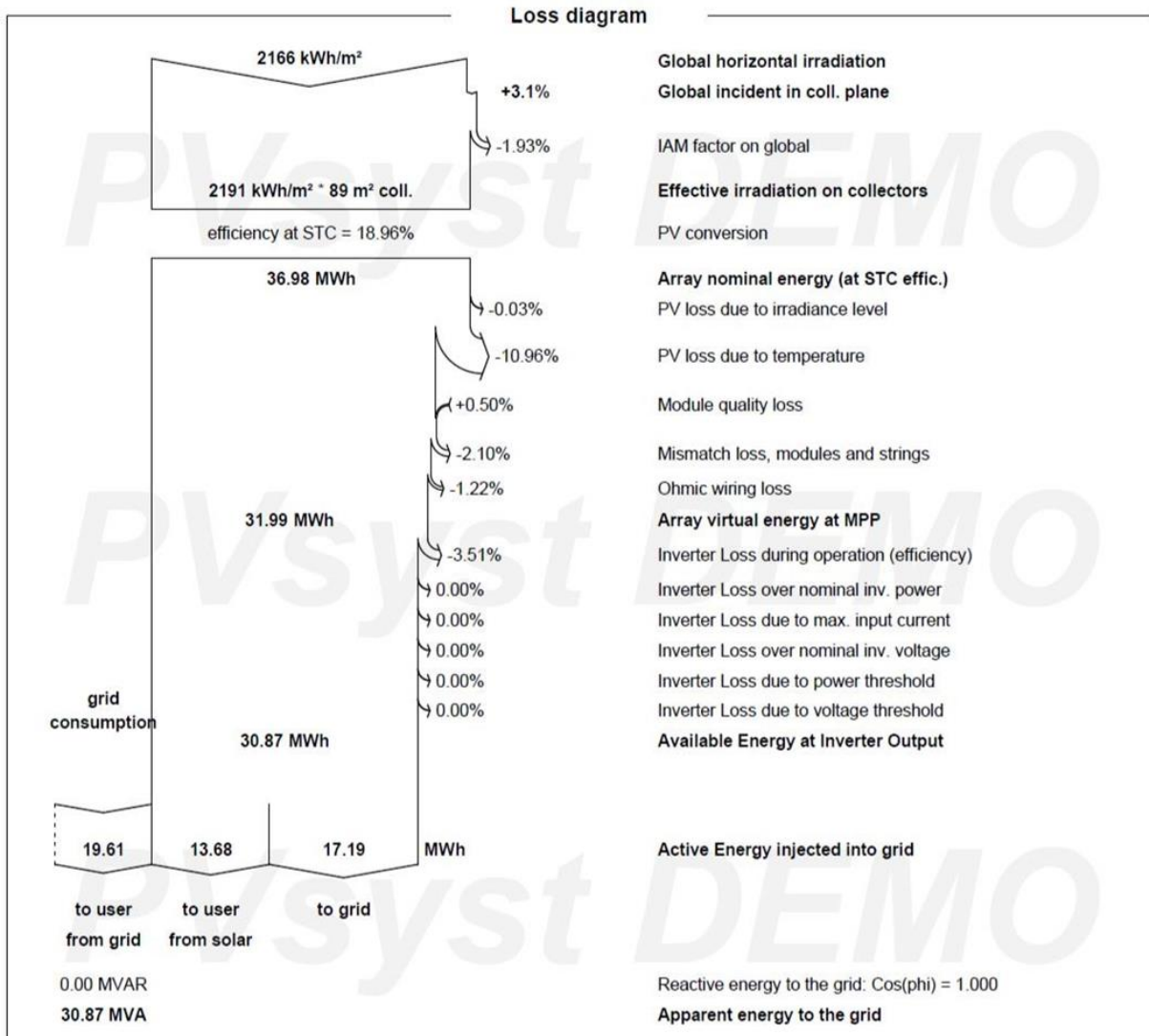
Fuente: Elaboración propia en PVsyst versión 7.2.2

Figura 11: Resultados preliminares de la simulación



Fuente: Elaboración propia en PVsyst versión 7.2.2

Figura 12: Diagrama de pérdidas en el sistema fotovoltaico



Fuente: Elaboración propia en PVsyst versión 7.2.2

Figura 13: Sensor para la medición de CO₂



Especificaciones

Marca	3M™
Parámetros de Medida	Avg, Nivel, Max, Min, STEL, TPM
Registro de Datos	Si
Serie de Producto	EVM
Tipo de Batería	Recargable
Tipo de Kit	Kit de monitorización de calidad del aire
Tipo de Producto	Monitor Air Quality
Tipo de Sensor	Sensores Incluidos: Humedad Relativa, Temperatura, CO; Sensores disponibles: CO ₂ , O ₂ , H ₂ S NO, NO ₂ , HCN, ETO, CL ₂ SO ₂ detector de fotoionización ppb detector de fotoionización ppm, Velocidad del Aire
Velocidad del Aire	Si
Vida de la Batería	8 horas

Fuente: https://www.3m.com.sv/3M/es_SV/p/d/v000183037/