

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**Análisis comparado de edificaciones LEED:
Estrategias de certificación e impacto ambiental**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Civil.

AUTORA:

Paula Cristina Figueroa Triay

ASESOR:

Federico Alexis Dueñas Dávila

Lima, marzo, 2025

Informe de Similitud


Yo, **Federico Alexis Duenas Dávila**, docente de la **Facultad de Ciencias e Ingeniería** de la Pontificia

Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis titulada: **Análisis comparado de edificaciones LEED:**

Estrategias de certificación e impacto ambiental, de la autora **Paula Cristina Figueroa Triay**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 5%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 26/02/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Jesús María, Lima, lunes 24 de marzo,

Apellidos y nombres del asesor: Duenas Dávila, Federico Alexis	
DNI: 23860033	Firma
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6149-3334	

RESUMEN

Todas las personas usan diariamente diversos tipos de edificaciones, tales como: casas, departamentos, museos, centros comerciales, coliseos, estadios y más; todas aquellas construcciones han sido desarrolladas por el campo de la ingeniería civil, que cada año va creciendo, expandiéndose y desarrollándose. Este desarrollo es la causa de desmesurados impactos negativos hacia el medio ambiente: los desechos generados en la etapa de construcción, la mala práctica de la construcción y el mal uso de la edificación por parte de los propietarios, son algunos ejemplos que afectan al ambiente de manera negativa. A raíz de los daños generados, se idearon soluciones, logrando así el desarrollado de certificaciones eco-amigables para dar pautas de cómo debe ser construido, y utilizado, un edificio verde. Un aspecto negativo en las certificaciones, es que, actualmente, varias constructoras obtienen una certificación cumpliendo solo requisitos básicos que no necesariamente generan impactos ambientales positivos o evite generar varios impactos negativos. En la presente tesis se habla sobre la certificación LEED, específicamente sobre la especialidad Core and Shell, sobre los rangos y créditos que existen para lograr obtener puntaje. Se van a comparar tres edificaciones de diferentes rangos, se analizarán los puntajes obtenidos en cada área y en cada crédito; y se mencionará mejoras para la asignación de puntajes.

Palabras claves: LEED, edificios sostenibles, impactos ambientales, edificios ecoamigables, edificio verde

Abstract

Everyone uses different types of buildings daily, such as houses, apartments, museums, shopping malls, coliseums, stadiums, and more; all of them have been developed by the field of civil engineering, which is growing, expanding, and developing every year. This development has caused disproportionate negative impacts on the environment: the waste generated during the construction phase, poor construction practices, and misuse of the building by owners are some examples that negatively affect the environment. As a result of these damages, solutions were devised, thus achieving the development of eco-friendly certifications to provide guidelines on how a green building should be built and used. One negative aspect of these certifications is that, currently, several construction companies obtain a certification by only meeting basic requirements that do not necessarily generate positive environmental impacts or avoid generating negative impacts. This thesis discusses the LEED certification, specifically the Core and Shell specialty, the ranges and credits that exist to obtain a score. Three buildings of different ranges will be compared, the scores obtained in each area and each credit will be analyzed, and improvements for scoring allocation will be mentioned.

Keywords: LEED, sustainable buildings, environmental impacts, eco-friendly buildings, green building

AGRADECIMIENTOS

La vida te otorga a las personas indicadas durante el camino que recorres hacia tu meta.

Gracias a todas las personas que formaron parte del camino.

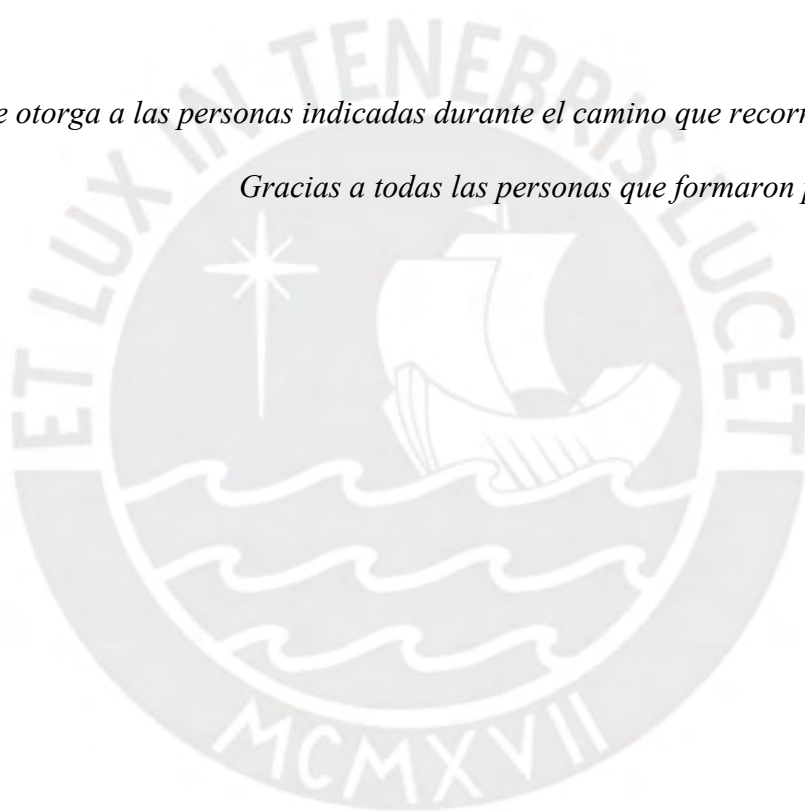


TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

AGRADECIMIENTOS

CAPÍTULO 1.

1.1. Introducción	1
1.2. Objetivos	3
1.3. Justificación	3
1.4. Alcances	5
1.5. Limitaciones	5

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Certificados ambientales en el mundo.....	7
2.2. LEED en el mundo	15
2.3. LEED en Perú	17
2.4. Proceso de certificación LEED	20
2.5. Crítica a edificios sostenibles	25
2.6. Crítica a LEED	28

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Edificios a analizar	32
3.2. Criterios utilizados para el análisis de edificios	35

3.3. Descripción de los créditos LEED	36
3.4. Software Real Statistics	37
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	
4.1. Análisis comparado de los casos a partir de sus créditos	43
4.2. Análisis de impactos generados hacia el medio ambiente a partir de los créditos satisfechos	44
4.2.1. Comparativa de áreas de la certificación LEED	44
4.2.2. Comparativa del área Sitios sustentables	48
4.2.3. Comparativa del área Eficiencia de agua	54
4.2.4. Comparativa del área Energía y atmósfera	56
4.2.5. Comparativa del área Materiales y recursos	60
4.2.6. Comparativa del área Calidad ambiental interior	62
4.2.7. Comparativa del área Innovación de diseño	66
4.2.8. Comparativa del área Prioridad regional	66
4.3. Mejoras ambientales a partir del análisis de los créditos	67
4.4. Tablas de resultados: Real Statistics	69
4.5. Discusión de resultados	73
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
77	
BIBLIOGRAFÍA	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1. Resumen certificaciones sostenibles	11
TABLA 2.2. Diez países con más certificaciones LEED	15
TABLA 2.3. Diez ciudades con más certificaciones LEED en Estados Unidos	16
TABLA 3.1. Valores de las variables de los edificios platino.....	39
TABLA 3.2. Valores de las variables de los edificios oro	39
TABLA 3.3. Valores de las variables de los edificios plata	40
TABLA 4.1. Comparación de edificios	43
TABLA 4.2. Comparación de áreas de la certificación LEED	48
TABLA 4.3. Comparación de créditos del área Sitios sustentables	53
TABLA 4.4. Comparación de créditos del área Eficiencia de agua	56
TABLA 4.5. Comparación de créditos del área Energía y atmósfera	59
TABLA 4.6. Comparación de créditos del área Materiales y recursos	61
TABLA 4.7. Comparación de créditos del área Calidad ambiental interior	64
TABLA 4.8. Comparación de créditos del área Innovación de diseño	66
TABLA 4.9. Comparación de créditos del área Prioridad regional	67
TABLA 4.10. Tabla resumen de todos los criterios	70
TABLA 4.11. Tabla resumen de p-valor según el tipo de edificación	71

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. Comparativa de pesos de las diferentes categorías entre los tres sistemas	12
FIGURA 2.2. Categorías y subcategorías de certificación LEED	24
FIGURA 3.1. Imagen referencial y ubicación del Centro Empresarial Leuro.....	33
FIGURA 3.2. Imagen referencial y ubicación del Swiss Tower	34
FIGURA 3.3. Imagen referencial y ubicación del Edificio Real 8.....	35
FIGURA 4.1. Diagrama de barras en porcentajes de áreas de certificación LEED	45



CAPÍTULO 1

1.1. Introducción

Actualmente en el campo de la ingeniería civil se generan muchos desperdicios en la fase de construcción, la gran mayoría de estos generan contaminación (*United States Environmental Protection Agency*, 2015; Casañas, 2011). Este problema ha existido desde años atrás y hasta el momento prevalece; en las últimas décadas se está tratando de instituir una nueva cultura de sostenibilidad. Además, construir un edificio para que dure aproximadamente 50-100 años y luego tener que reconstruir no es favorable para el planeta por lo mencionado líneas arriba (Niemets et al., 2021).

La humanidad ha ido tomando conciencia del planeta y de cómo deben comportarse para evitar gastar todos los recursos y así permitir que futuras generaciones no tengan problemas de supervivencia. Ante esta problemática se han desarrollado mejores estrategias en el rubro de la construcción, como, por ejemplo, otorgar certificados ambientales a los edificios que cumplan ciertos requisitos. Una de ellas es la certificación LEED (por sus siglas en inglés de: *Leadership in Energy & Environmental Design*; y en español: Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental), utilizada para definir qué tan sostenible es un edificio según criterios propuestos. (Uğur, Leblebici, 2018)

Cualquier persona que mire a su alrededor se dará cuenta que está rodeada por diversos tipos de edificación como: casas, edificios para oficinas, edificios residenciales, lugares para eventos, y así. Puede que no se note, pero el sector construcción es parte del desarrollo de una persona, porque en una edificación la persona vivirá, trabajará, desarrollará habilidades personales, entre otras cosas. Por esto es importante tener correctas prácticas en el sector construcción (USGBC, 2017).

La certificación LEED consta de cuatro (4) rangos: (1) de 40-49 puntos: simplemente certificado, (2) de 50-59 puntos: certificación plata, (3) de 60-79 puntos: certificación oro, y (4) de 80-100 puntos: certificación platino. Este puntaje total se obtiene en base a criterios ya establecidos, cada criterio tiene un puntaje mínimo y un puntaje máximo también ya establecidos. Las condiciones para poder cumplir cada criterio se encuentran detalladas por la USGBC (en inglés: *United States Green Building Council*; en español: Consejo de la Construcción Ecológica de Estados Unidos) en cada una de sus versiones de certificación LEED.

Existen diferentes criterios con el mismo puntaje, a pesar de que algunos son más relevantes que otros. En la presente investigación, se analizan estos criterios en edificios seleccionados con limitaciones mencionadas líneas más adelante, así como también los impactos ambientales que estos edificios generan, para corroborar su sostenibilidad. De ser necesario, se mencionan las posibles mejoras en la asignación de criterios.

Esto se crea a raíz de que cualquier persona puede suponer que un edificio con certificación LEED con mayor puntaje es un edificio que genera mayores impactos ambientales positivos y beneficiosos para el medio ambiente, lo cual no necesariamente es cierto. Las constructoras pueden optar por cumplir los criterios más accesibles y que no necesariamente generan beneficios, o talvez, optar por criterios con menor puntaje, al final, sumando pequeños puntajes se puede obtener lo necesario para lograr conseguir una certificación; más adelante se explicará mejor este punto.

1.2. Objetivos

Objetivo general:

El objetivo general es analizar y corroborar la sostenibilidad de los edificios seleccionados; así como también los impactos que generan hacia el medio ambiente, sean impactos positivos o negativos.

Objetivos específicos:

- (1) Analizar los criterios utilizados para certificar un edificio.
- (2) Analizar los impactos generados por los edificios hacia el medio ambiente.
- (3) Mejorar en lo posible los puntajes de los criterios estudiados de ser necesario.

1.3. Justificación

Es importante realizar esta investigación porque existen edificaciones que han sido construidas sin tomar en cuenta los impactos que generan al medio ambiente, haciendo referencia a que no son sostenibles ni generan impactos ambientales positivos, sino que evitan ciertos impactos negativos (Calero, Maguiña, 2020), y cumplen con el puntaje necesario para obtener la certificación LEED.

La certificación LEED debería ser un premio para las personas que tomaron conciencia y quisieron construir una edificación sostenible, o incluso ser un premio para una edificación donde se haya implantado nueva tecnología que aporte al cuidado del medio ambiente (Rivera, 2023). Porque la idea de la certificación es mejorar y crecer en este aspecto.

Querer obtener la certificación solo porque “*se ve mejor ante los ojos del mudo*” da mucho de qué hablar, esto significa que el ser humano no toma conciencia del daño del planeta y que solo a

cambio de premios o reconocimientos son capaces de tomar acción para ayudar, y mejorar, al planeta (Rinaldu, 2023).

Analizando los criterios y comprobando si los edificios son sostenibles, dependiendo de los efectos que se generen, se logra advertir qué empresas en verdad han invertido en sus proyectos con la finalidad de que estos generen impactos positivos y así colaborar con el desarrollo de la sostenibilidad. (Morales, 2022)

Existen criterios simples que se pueden cumplir fácilmente en comparación de otros que conllevan mayor gasto económico para realizarse, así como también mayor gasto de mantenimiento (Matos, 2020). Lo que usualmente realizan las empresas es cumplir los criterios que generan menor gasto y a pesar de eso obtener puntaje. Por eso es importante analizar cada criterio, razonar el tiempo que conlleva su realización, así como el factor económico necesario para realizarse.

La comparación de criterios es importante. El resultado coherente que se espera obtener, es que, mientras más puntaje tenga una edificación, esta genere menos impactos negativos contra el ambiente, respecto a una edificación con menor puntaje; pero aquello puede no necesariamente ser así, precisamente esto mismo es lo que se quiere verificar.

Otro factor importante, es que la certificación LEED a analizar en esta investigación se basa solo en la construcción de la edificación y no en su mantenimiento; por ende, puede que el edificio se haya construido reduciendo gastos energéticos y evitando la mayor contaminación posible, pero que con el pasar del tiempo la edificación no se mantenga de forma sostenible, o sea no aporte a cuidar el medio ambiente durante su etapa de uso.

1.4. Alcances

Se consideran únicamente edificios de la ciudad de Lima, Perú; debido a que, de la revisión al portal web de la USGBC, se identificó que más del 90% de los edificios LEED en el Perú se encuentran en la localidad de Lima. Este 90% incluye todos los tipos de certificación y los diferentes tipos de especialización que se pueden obtener con LEED.

Se analizan tres edificios, uno que tenga certificación plata, uno que tenga certificación oro y uno que tenga certificación platino, debido a que existe mucha más información de estos tres tipos de certificación. Aquello se realiza con la finalidad de comparar edificios con mucho puntaje con otros de bajo puntaje, para así comparar sus criterios y su sostenibilidad. Esto para comprobar qué tan sostenible se puede considerar un edificio con respecto de otro, y si mayor puntaje en verdad representa mayor sostenibilidad.

Todos los edificios a revisar serán de tipo oficina para que la comparación sea más equitativa, debido a que los criterios varían según el tipo de edificio. Se analiza la certificación LEED de las tres edificaciones en la especialización BD+C (Diseño y construcción de edificios). Solo se analiza la etapa de construcción del exterior del edificio, no se analiza ni la construcción del interior del edificio ni el mantenimiento del edificio a lo largo del tiempo.

1.5. Limitaciones

Solo se analizan edificios en la ciudad de Lima, Perú. No se analiza cómo es el comportamiento sostenible de edificaciones en diferentes localidades del Perú. Gracias al Senamhi se puede comprobar que en diferentes regiones del Perú el clima es diferente, así como también el tipo de suelo, esto afecta en las edificaciones; según el lugar pueden existir diferentes estructuras, así como diferentes tecnologías para cada zona, dependiendo de la necesidad.

Solo se analiza una edificación de cada rango, por ende, los resultados obtenidos no pueden catalogarse como generales para todo el rango. Solo se analizan 3 rangos (platino, oro y plata), esto significa que un rango no será analizado. Gran porcentaje de las edificaciones LEED no son analizadas, por ende, tampoco se pueden obtener resultados generales para la especialización analizada.

Solo se analizan edificaciones en la especialización BD+C (*Building desing and construction*), esto significa criterios muy específicos. Se analiza solo esta especialización porque es la utilizada con mayor frecuencia en el Perú para certificar edificaciones. Por ende, no se analizan las especializaciones: O+M (*Operations + Maintenance*), ID+C (*Interior Design + Construction*), AP ND (*Neighborhood Development*), AP Homes. Por ende, los impactos generados vistos desde esas especializaciones no son mencionados en esta tesis, ni los criterios de estas especializaciones.

Solo se analizan edificios tipo oficina, entonces, por ejemplo, los departamentos, casas, centros comerciales, edificios de vivienda, quedan excluidos de las conclusiones a obtener, ya que los criterios a evaluar son diferentes. Queda excluido cualquier edificación que no sea tipo oficina.

Cada edificación a analizar es diferente, en el aspecto que no todas han cumplido los mismos criterios o han seleccionado los mismos criterios para cumplir. Por ende, como se menciona líneas arriba, los resultados, las conclusiones y recomendaciones que se mencionan son exclusivas para los edificios analizados; las recomendaciones pueden ser consideradas para modificar edificaciones actuales o para edificaciones futuras.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Certificados ambientales en el mundo

Actualmente en el mundo se puede encontrar diversos problemas relacionados con la naturaleza: el cambio climático, la contaminación, la deforestación, el consumo irracional de agua, el consumo irracional de energía, la degradación de suelos, la extinción de especies, el exceso de desechos; estos son solo algunos de los principales problemas que existen (Tena, Hernández, 2014).

Todos estos problemas han existido desde hace años y se han incrementado con el pasar del tiempo debido a diversos factores: el crecimiento de la población, al existir más personas en el mundo se requiere de utilizar más recursos; la pobreza, debido al crecimiento de la población no se ha podido controlar la economía, no todas las personas poseen los recursos económicos necesarios para vivir (Pineda, 2017), entonces, para un porcentaje de la población existe la necesidad de sobrevivir y se preocupan más por ellos mismos, dejando de lado la tarea de cuidar el ambiente; el sector construcción, que durante años ha prevalecido la viveza y el querer ganar más y más dinero por encima del cuidado del medio ambiente (Duarte, 2006).

El uso desmedido de recursos naturales, y el mal uso de los mismos, han afectado el ambiente, entonces se ha buscado que las personas desarrollen hábitos y técnicas para que los recursos prevalezcan, se decidió premiar a quienes sí desarrollen buenas prácticas en el cuidado del ambiente. También, con el paso del tiempo, sin necesidad de premio alguno, las personas han ido tomando conciencia porque las modificaciones en la naturaleza son notorias. En el caso de la construcción, los propios arquitectos e ingenieros responsables de la realización de la edificación deberían ser conscientes y realizar construcciones sostenibles en el tiempo, sin la necesidad de un premio o reconocimiento alguno (Gonzales, 2017).

Casi el 40% de los gases de efecto invernadero, a nivel mundial, son generados por el sector de la construcción, esto se genera debido a la extracción de materias primas, procesos industriales, deforestación, entre otros. En el mundo, casi el 40% de la energía eléctrica es consumida por edificios. Además de las grandes cantidades de agua utilizada y las grandes cantidades de desechos generados. Los edificios al terminar su vida útil son demolidos, generando así más contaminación (Rocha, 2011; Delgado, 2017).

Todas las personas viven en una casa o en un edificio, estas edificaciones en algún momento han tenido que ser construidas y algunas veces se han tenido que destruir edificaciones, ya sea por antigüedad u otro motivo, para nuevamente construir en ese mismo lugar un edificio con mejores características. Todas esas construcciones para poder realizarse han necesitado de diversos materiales como madera, piedra, arena, agua, entre otros. Para poder obtener la madera se han tenido que talar árboles y botar desperdicios; para poder obtener arena se ha tenido que llevar desde un punto de extracción hasta el lugar a realizar la edificación, esto levanta polvo y contamina el aire. Quizás no parezca tan significativo, al referirnos a una sola edificación, pero en el mundo al mismo tiempo se están realizando miles de construcciones y la suma de estos tipos de detalles hacen que los impactos negativos sean grandes (Enshassi et al., 2014).

Además, existen otros tipos de materiales que requieren de procesos industriales para poder ser fabricados: las tuberías, los inodoros, fierros, alambres, entre otros. También hay materiales que aparte de procesos industriales requieren de sistemas tecnológicos como los sistemas de electricidad, los sistemas de seguridad, el aire acondicionado, y así muchos más. Por eso, la idea de edificios sostenibles implica que los desarrollos de todos estos procesos sean eficientes en el consumo de materiales, agua, energía, y demás. Así se garantiza la disminución de desperdicios. Además, de proteger el medio ambiente (Cañón, 2018). Todos los procesos de una construcción

gastan energía, por ejemplo, extracción de materiales, transporte de materiales hasta las plantas de tratamiento, producción de los materiales, transporte de materiales al lugar de la edificación. Además, botan gases al medio ambiente y residuos diminutos que contaminan.

Si el sector construcción tuviera de forma intrínseca características sostenibles, no serían necesarias las certificaciones, debido a que esto no es así, se decide desarrollar el ideal de calificar a los edificios según las características verdes que posean, la mayoría de certificaciones califican la eficiencia energética, el uso de agua, la localización, los materiales utilizados y la calidad del aire interior (Rocha, 2011).

El Consejo Mundial de Construcciones Sostenibles (World Green Building Council [WGBC], s.f.) reconoce cinco sistemas de certificación: BREEAM, CASBEE, DGNB, GREEN STAR y LEED. En el primer caso, la certificación BREEAM, *Building Research Establishment's Environmental Assessment Method*, traducido al español como Método de Evaluación Medioambiental del Organismo de Investigación de la Construcción, fue creada en 1990 en el Reino Unido; en el 2008 pasó a ser internacional, para poder certificar edificaciones externas al Reino Unido. En el 2009 se creó *National Scheme Operator*, formado por entidades encargadas de adaptar la certificación BREEAM a cada país. Esto ha hecho que BREEAM obtenga éxito, ya que, prácticamente, para cada país, es como tener un certificado local, con metas alcanzables según las oportunidades que existan en dicho país (Fierro, Tabares, 2020).

La certificación CASBEE, *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*, en español como Sistema de Evaluación Integral para la Eficiencia del Ambiente Construido. Se creó en el 2001 en Japón, encargado de calificar el desempeño ambiental de los edificios y el entorno construido (Pomaquero y Sánchez, 2020). La certificación DGNB, *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*, en español como Consejo Alemán de Construcción

Sostenible, fue fundado en el 2007 en Alemania con sede en Stuttgart. Actualmente 30 países participan con la asociación DGNB. Para las certificaciones internacionales, países externos a Alemania, la DGNB adapta sus requisitos a los requisitos locales de cada país (Mosciatti, 2016). La certificación GREEN STAR, Estrella verde en español. Ha sido creada por el Green Building Council de Australia en el 2003. Actualmente se han emitido más de 2350 certificaciones Green Star (Pedroso et al, 2014). La certificación LEED, Leadership in Energy and Environmental Design, en español como Liderazgo de Energía y Diseño Ambiental, nació en 1993 a raíz de la creación de la USGBC, en 1998 se desarrolló la primera versión de esta certificación, la última versión es la 4.1 desarrollada en el 2019 (Zuluaga, 2021). A continuación, se muestra una tabla resumen y una figura resumen:



Tabla 2.1.

Resumen certificaciones sostenibles

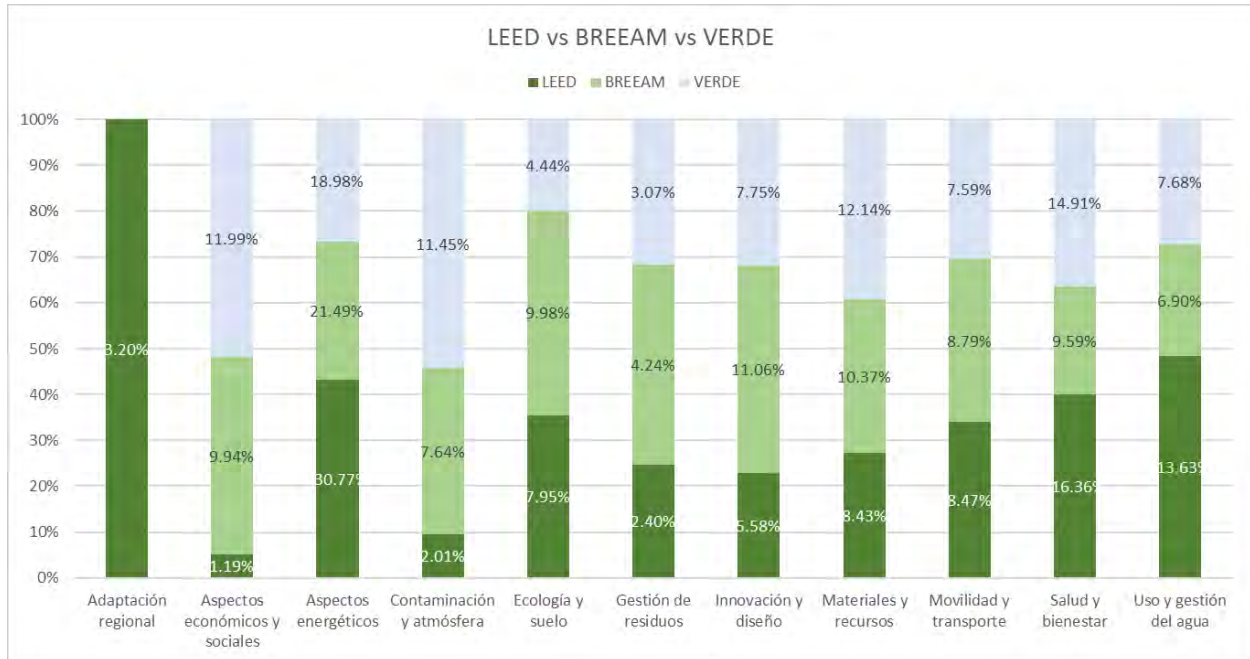
Certificaciones	BREEAM	CASBEE	DGNB	GREEN STAR	LEED
País de origen	Reino Unido	Japón	Alemania	Australia	Estados Unidos
Año de creación	1990	2001	2007	2003	1993
Niveles de certificación	Aprobado Bueno Muy bueno Excelente Excepcional	Pobre (C) Ligeramente pobre (B-) Bueno (B+) Muy bueno (A) Superior (S)	Bronce Plata Oro Platino	Una estrella Dos estrellas Tres estrellas Cuatro estrellas Cinco estrellas Seis estrellas	Certificado Plata Oro Platino
Categorías evaluadas	Gestión Salud y bienestar Energía Transporte Agua Materiales Residuos Uso ecológico del suelo Contaminación Innovación	Calidad ambiental interior Calidad de servicio Medio ambiente del entorno Energía Recursos y materiales Medio ambiente regional-global	Calidad del medio ambiente Calidad económica Calidad sociocultural y funcional Calidad técnica Calidad del proceso Calidad del sitio	Gestión Calidad ambiental interior Energía Transporte Agua Materiales Uso del suelo y ecología Emisiones Innovación	Sitios sustentables Eficiencia de agua Energía y atmósfera Materiales y recursos Calidad ambiental interior Innovación de diseño Prioridad regional

Nota. Fuente: (García, 2023). (Pomaquero y Sánchez, 2020). (Tavares, 2016). (Mosciatti, 2016).

(Pedroso et al, 2014). (Zuluaga, 2021).

Figura 2.1.

Comparativa de pesos de las diferentes categorías entre los tres sistemas



Nota. Adaptado de *Herramientas y criterios de evaluación de la calidad en la edificación*, de Diego Cabellos, 2018.

2.2. LEED en el mundo

Debido a la contaminación del medio ambiente, el calentamiento global, la innovación de tecnología, entre otros, las palabras *desarrollo sostenible* se empezaron a cultivar en la gente para crear conciencia del cuidado del planeta, y así evitar el desgaste de este y el agotamiento de sus recursos naturales (Mihelcic y Zimmerman, 2012).

Para incentivar que la gente mantenga un planeta limpio o evitar ensuciarlo más, se empezaron a otorgar premios y/o se empezó a castigar la mala conducta; por ejemplo, si botas basura en la calle y no en los lugares especificados te otorgan una multa (Mosquera, 2018). En el caso de la

ingeniería civil, el premio otorgado es la certificación LEED, que define que tu proyecto es sostenible.

LEED evalúa seis criterios principales: sostenibilidad, eficiencia de agua, energía e impacto atmosférico, materiales y recursos empleados, calidad del ambiente interior e innovación, y proceso de diseño. El criterio *uso eficiente de la energía* es el que más puntos tiene en la certificación LEED. Una construcción certificada LEED comparada con una construcción tradicional, reduce entre el 30% y el 70% de consumo de energía, entre el 30% y el 50% del consumo de agua, entre el 50% y el 90% del costo de los residuos, y aproximadamente el 35% de las emisiones de dióxido de carbono; se menciona un rango de porcentajes porque puede variar según la geografía donde este la edificación. Obtener la certificación LEED implica incrementar los costos de la construcción, una construcción con nivel plata puede aumentar el presupuesto total en más de un dos por ciento (Portela, 2010; Ruiz, 2017; Malaver, 2021).

LEED se desarrolló en 1993 a raíz de la formación de la USGBC. En 1998 LEED lanzó su versión 1.0, esta versión se empezó a probar en 19 proyectos, se oficializó el lanzamiento de esta versión en el año 2000. En el 2001 se lanzó la versión LEED 2.0. En el año 2002 se empezó a probar LEED versión 2.1. En el año 2003 se empezó a probar la certificación LEED para edificios existentes y para interiores comerciales; y en octubre del mismo año se lanzó LEED Core and Shell, creado para poder certificar basándose en el diseño y construcción de la estructura y envolvente del edificio, así como también los principales sistemas de funcionamiento, como el mecánico, eléctrico, entre otros, pero el sistema Core and Shell no permite puntuar por el diseño y construcción de los espacios interiores. En el año 2004 LEED había alcanzado a certificar 100 proyectos. En el año 2009 se lanzó LEED versión 2009, en esta nueva tenía créditos basados en TRACI (Herramienta para la Reducción y Evaluación de Impactos Químicos y Otros Impactos

Ambientales) de la Agencia de Protección Ambiental. En el año 2010 se certificó el proyecto número 5000. En el año 2015 se lanzó LEED versión 4. En el año 2019 se lanzó la versión LEED 4.1 y es la que se usa hasta la actualidad (Ayala, Peña, 2016).

Los edificios certificados LEED están diseñados para que sus ocupantes se sientan satisfechos en su uso diario, esto se da porque LEED considera los sitios sustentables, el ahorro de agua, la energía y atmósfera, los materiales y recursos, y la calidad ambiental de interiores. La categoría LEED a obtener dependerá del número de puntos que el edificio obtenga, las categorías son: platino, oro, plata y simplemente certificado (Sarrá, 2018). La herramienta busca propiciar un ahorro en costos energéticos e hídricos, reducción de emisiones de carbono y promover ambientes saludables. Dicha certificación incentiva la toma de decisiones inteligentes en el proceso de planeación aplicando procesos de diseño integrado y motivación al logro en pro de un alto rendimiento en áreas claves para la salud y el medio ambiente, asegurando comunidades económicamente viables y habitables (CCCS, 2016; Malaver, 2021). LEED está basado en las normas de Estados Unidos, esto se observa en el manual de certificación en el cual se mencionan las unidades de medida que se utilizan en Estados Unidos. Actualmente, LEED no posee organizaciones encargadas de adaptar sus versiones según las normas de cada país (Blasco, 2009). A pesar de eso, se puede observar de la página web de la USGBC que, muchos países utilizan la certificación LEED.

LEED alrededor del mundo ha logrado certificar más de 96,275 proyectos en más de 167 países. El 13 de febrero del 2019, el US Green Building Council anunció los diez países con mayores certificaciones LEED en el mundo, sin incluir a los Estados Unidos. Entre estos países se logra contar con casi 7800 edificios certificados y más de 210 millones de metros cuadrados brutos

certificados. Para la realización de esta lista solo se han tomado en cuenta los edificios certificados hasta el 31 de diciembre del 2018 (USGBC, 2018).

A continuación, en la tabla 2.2. se muestran los diez países que mayores certificaciones LEED han obtenido, se muestra también la cantidad de metros cuadrados brutos certificados, y como dato extra se muestra los números alcanzados por los Estados Unidos, país que abarca la mayor cantidad de certificaciones LEED en el mundo (Stanley, 2019).

Tabla 2.2.

Diez países con más certificaciones LEED

Clasificación	País	Número de proyectos	Metros cuadrados brutos en millones
1	China continental	1,494	68.83
2	Canadá	3,254	46.81
3	India	899	24.81
4	Brasil	531	16.74
5	República de Corea	143	12.15
6	Turquía	337	10.90
7	Alemania	327	8.47
8	México	370	8.41
9	China, Taiwán	144	7.30
10	España	299	5.81
Dato extra	Estados Unidos	33,632	441.60

También se anunció el ranking de los diez estados de Estados Unidos con mayores certificaciones LEED. A continuación, en la tabla 2.3. se muestra un resumen de lo mencionado. Adicionalmente se menciona el estado de Washington D. C., ya que, no se consideró para el ranking de los diez primeros estados (Stanley, 2020).

Tabla 2.3.

Diez ciudades con más certificaciones LEED en Estados Unidos

Clasificación	País	Número de proyectos certificados en el 2019	Pies cuadrados brutos en millones per cápita	Pies cuadrados certificados en el 2019
1	Colorado	102	4.76	23.96
2	Illinois	121	3.85	49.36
3	New York	193	3.76	72.78
4	Massachusetts	101	3.74	24.51
5	Hawaii	12	3.00	4.08
6	Maryland	96	2.64	15.23
7	Virginia	98	2.50	19.98
8	Minnesota	25	2.40	12.71
9	Oregon	33	2.30	8.83
10	California	400	2.17	80.67
Dato extra	Washington, D. C.	143	52.86	31.81

En el mundo el edificio con mayor puntaje que existe hasta ahora es The Change Initiative (TCI) con 107 puntos de los 110 que se le puede otorgar a una edificación. Se encuentra ubicado en Dubai, capital de los Emiratos Árabes Unidos (EUA), la edificación es una tienda de 4,000 metros

cuadrados. Su tipo de certificación es “LEED 2009 Retail Commercial Interiors”, obteniendo un nivel platino con ese puntaje. Fue certificado el 30 de mayo del 2013 y es considerado hasta ahora el “edificio más sostenible” según LEED, esto debido a tener el máximo puntaje hasta ahora (Ponce, 2013).

2.3. LEED en Perú

En la página web de la USGBC se pueden encontrar todos los proyectos que han sido certificados en el mundo, y también más específicamente, en Perú. A partir de la información del Green Building Council, se estima que hay 152 edificios certificados en Perú, contando todos los niveles y tipos de certificación posible (USGBC, 2024). Además, se puede observar que en el Perú la mayoría de edificaciones certificadas se encuentran en la localidad de Lima, capital del Perú; esto da a entender que incluso las propias constructoras ven al Perú como un país que concentra casi todo en la capital. También, en Lima, el mayor porcentaje de edificios certificados se encuentran en los distritos de Miraflores y San Isidro. Ambos distritos se encuentran entre los más caros de Lima, en términos económicos de metros cuadrados (Montesinos, 2024). Por otro lado, de todos los edificios certificados en Perú, la mayoría son tipo oficinas, continuando con los edificios tipo residencia y luego los edificios que son pabellones de universidad. La mayoría de los edificios que son tipo oficina también se encuentran ubicados, en su gran mayoría, en los distritos de Miraflores y San Isidro (USGBC, 2024).

Se sabe que a la empresa le cuesta un dos por ciento más realizar la certificación LEED, pero al cliente se le puede vender aumentando en más de un dos por ciento del costo. También debemos tener en cuenta que existen zonas donde el m² cuesta mucho menos que en Miraflores o San Isidro, zonas donde hay mayor probabilidad que un cliente elija un departamento u oficina de un edificio no certificado que uno certificado porque ello significa menos inversión de su bolsillo. Por ende,

el poseer la mayor cantidad de edificios certificados en zonas donde el metro cuadrado es más caro da a entender que las constructoras ven mayores probabilidades de que las personas en estas zonas estén en la aptitud de pagar un poco más por un reconocimiento de que se practica la sostenibilidad. También existe la posibilidad de que a la propia constructora le sea conveniente construir edificaciones en zonas donde el metro cuadrado cueste más para poder recuperar su inversión lo más rápido posible. Permitiendo así que la certificación LEED se dé para los sectores con mejor economía, y continuando así con la centralización en el país (Lodoño, 2009).

El primer edificio certificado en el Perú fue Laboratorios Roche, ubicado en el distrito de San Isidro. Certificado el ocho de abril del 2010. Logró obtener 34 puntos, por lo tanto, su nivel de certificación fue oro. Certificado en la categoría LEED ID+C: Commercial Interiors. Para certificarlo se utilizó LEED 2.0. (Stakeholders, 2010). Por otro lado, el primer proyecto de construcción existente que obtuvo certificación LEED fue el Edificio Real 10, ubicado en el distrito de San Isidro. Fue certificado el quince de marzo del año 2014. Fue certificado en la categoría LEED O+M: Existing Buildings. En su momento, el Edificio Real 10 ya llevaba siete años de construido. Se utilizó la versión 3 de LEED 2009 para calificarlo. Con un total de 54 puntos conseguidos, logró obtener un nivel de certificación plata. La edificación logró demostrar que tenía un ahorro de agua de hasta el 24% (Cajas, 2024).

Este edificio es una prueba de que las empresas inmobiliarias peruanas ya no pueden justificar la falta de acción debido a la falta de métricas locales. Ya no se puede decir que LEED para edificios existentes puede funcionar en el extranjero, pero no es aplicable en Perú. Está comprobado que funciona y es posible. Un edificio sostenible puede llegar a ahorrar hasta 15% de energía durante la construcción del proyecto, y durante su uso puede llegar a ahorrar hasta un 35% de energía, y si se implementa una planta de tratamiento de agua se puede llegar a ahorrar mucho más, como en el

edificio Leuro de Miraflores, que es el único edificio en el Perú que ha logrado obtener la categoría platino en la certificación LEED (Ruiz, 2017). El Centro Empresarial Leuro, certificado el 22 de julio del año 2015, es el primer edificio en el Perú que ha logrado certificarse con nivel platino, este nivel de certificación se logró debido a que la edificación obtuvo 82 puntos. La certificación lograda fue en la categoría Core and Shell. El edificio se ubica en el distrito de Miraflores, en Lima, la capital del Perú (Perú Construye, 2018).

Los países latinoamericanos tenemos muchos desafíos en común y uno de ellos es el de crear una clara conciencia sobre la sostenibilidad ambiental; el ser una de las regiones con la mayor biodiversidad del planeta nos obliga a ser mucho más eficientes y responsables en el uso de los recursos naturales. América Latina sufrirá más los impactos negativos del cambio climático, experimentará variaciones climáticas muy drásticas, más lluvias en unas zonas, más sequía en otras, aumentos de temperaturas promedio en el día, y mayores gradientes térmicos ambientales. Lo que significa una necesidad urgente de repetir nuestros diseños constructivos para que puedan ser más sostenibles en el futuro (Fosca, 2015).

De Clima de cambios PUCP (Clima de cambios, 2024; USGBC, 2024) nos podemos informar que en la PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú) actualmente cuenta con siete edificios certificados. Uno de estos edificios es el Complejo de Innovación Académica, conocido como el pabellón A, fue certificado en la categoría Nueva Construcción, se utilizó la versión LEED 2009 para calificarlo, consiguiendo un nivel oro debido a que obtuvo 70 puntos. Se certificó el nueve de marzo del año 2015. Este fue el primer edificio en campus universitario de la PUCP en obtener una certificación LEED nivel oro. El sistema de ventanas que posee permite que se aproveche al máximo la luz en todos los espacios, ahorrando así hasta un 52% de consumo de energía eléctrica. También se desarrolló estratégicamente con un sistema de ventilación natural para evitar el uso de

aire acondicionado. Los baños del edificio poseen aparatos sanitarios especiales para permitir un ahorro de agua potable de hasta un 42%.

El segundo edificio certificado de la PUCP es la Nueva Biblioteca. También fue certificado en la categoría Nueva Construcción. Su nivel de certificación fue nivel plata, se obtuvo un puntaje de 52 puntos. Fue certificado el cinco de junio del año 2015. Se utilizó la versión LEED 2009 para calificarlo. Al igual que el edificio Complejo de Innovación Académica, este también utilizó aparatos sanitarios especiales para lograr el ahorro de agua potable de hasta un 41%. Así como también se ha logrado reciclar hasta el 50% de los residuos de la construcción.

Como dato extra, los otros edificios certificados por la PUCP son: NOS (nivel platino), Edificio de Derecho (nivel oro, categoría: Nueva Construcción), Facultad de Arte (nivel oro, categoría: Nueva construcción), Complejo Felipe Mac Gregor (nivel plata, categoría: Nueva Construcción), Complejo Centenario (nivel plata, categoría: Nueva Construcción) (Pastor, 2017).

Se supone que las universidades forman a las personas académicamente para que estos logren desarrollar un mejor país en el futuro, en estas enseñanzas se encuentra el desarrollo sostenible. Recientemente las universidades están realizando pabellones o reestructurando los pabellones ya existentes para certificar las edificaciones, para así poder dar el ejemplo de lo que sustentan (Kanematsu, 2022).

2.4. Proceso de certificación LEED

El inciso 2.4. de la presente tesis se desarrolla a partir de la información obtenida en el capítulo Guía para elegir el sistema de clasificación, del texto Guía de referencia para el diseño y la construcción de edificios (USGBC, 2013). Según la norma, el proceso de certificación consta de etapas para obtener la certificación LEED, se debe formular el proyecto para satisfacer todas

las características según el tipo de certificación que se desea obtener, se debe tener en cuenta las áreas de certificación existentes, así como también se debe considerar desde el inicio en qué créditos se ha formulado obtener puntaje y cuánto puntaje en cada uno de estos créditos. También se debe tener en cuenta los prerequisites que se tienen que cumplir porque son de índole obligatoria para poder obtener la certificación LEED. Según los créditos que han decidido cumplirse se debe tener en cuenta las prácticas y técnicas sostenibles a desarrollar para lograr la obtención de puntaje en esos créditos.

Primero. Se debe evaluar el tipo de certificación que se planea obtener. Existen cuatro diferentes sistemas de clasificación, cada uno, además, posee diferentes categorías. Para saber por cuál sistema de clasificación se debe optar, se deben conocer las siguientes tres opciones: (1) si un sistema de clasificación es apropiado para menos del 40 % de la superficie bruta del espacio o edificio del proyecto LEED, no se debe usar ese sistema de clasificación, (2) si un sistema de clasificación es apropiado para más del 60 % de la superficie bruta del espacio o edificio del proyecto LEED, se debe usar ese sistema de clasificación, y (3) si un sistema de clasificación es apropiado para entre el 40 % y el 60 % de la superficie bruta, el equipo de proyecto debe evaluar la situación de manera independiente y decidir qué sistema de clasificación es el más pertinente. De otro lado, de los sistemas de clasificación que existen: (1) LEED para el diseño y la construcción de edificios, (2) LEED para el diseño y la construcción de interiores, (3) LEED para la operación y el mantenimiento de edificios, (4) LEED para barrios, (5) LEED Casas: para casas unifamiliares y multifamiliares. Para la categoría LEED para el diseño y la construcción de edificios: se utiliza en edificaciones recientemente construidas o en aquellas donde se van a realizar renovaciones. Al menos el 60% de la superficie bruta total del edificio debe estar construido para poder certificar, excepto la categoría Núcleo y envolvente.

Para la categoría LEED para el diseño y la construcción de edificios, se distinguen las siguientes variantes: (1) LEED BD+C: Nuevas construcciones y renovaciones importantes, se utiliza para nuevas construcciones o remodelaciones de edificaciones que no incluyan ninguna de las demás categorías, (2) LEED BD+C: Núcleo y envolvente, para nuevas construcciones o remodelaciones de las mismas solo en la cáscara externa de la edificación, variaciones mecánicas, eléctricas y de plomería, (3) LEED BD+C: Centros educacionales, para escuelas primarias y secundarias, se puede utilizar para escuelas superiores y edificios no académicos en campus educativos, (4) LEED BD+C: Comercios, edificios donde se realiza la compra-venta de bienes de consumo, (5) LEED BD+C: Centro de datos, edificios diseñados para abarcar equipos informáticos de alta densidad, (6) LEED BD+C: Centros de almacenaje y distribución, edificios utilizados como almacenes de cualquier tipo, (7) LEED BD+C: Hotelería, para certificar hoteles, moteles, cualquier tipo de negocio de hospedaje, (8) LEED BD+C: Centros de salud, hospitales que funcionen 24 horas y los siete días de la semana.

Para la categoría LEED para el diseño y la construcción de interiores: considera solo los espacios interiores del edificio para la certificación. Al menos el 60% de la superficie brutal total del edificio debe estar finalizada. Dentro de la categoría se encuentran las siguientes variantes: (1) LEED ID+C: Interiores comerciales, para cualquier tipo de espacios interiores que no estén en la rama de hotelería o comercio, (2) LEED ID+C: Comercios, para certificar interiores de edificios donde se realiza la compra-venta de bienes de consumo, (3) LEED ID+C: Hotelería, para certificar espacios interiores de hoteles, moteles, de cualquier tipo de negocio de hospedaje.

Para la categoría LEED para la operación y el mantenimiento de edificios: utilizado para certificar edificios ya existentes en el cual se están realizando cambios para mejorarlo o no se está realizando ninguna modificación. Dentro de la categoría se encuentran las siguientes variantes: (1) LEED

O+M: Edificios existentes, se utiliza para construcciones existentes que no incluyan ninguna de las demás categorías, (2) LEED O+M: Comercios, para edificios existentes donde se realiza la compra-venta de bienes de consumo, (3) LEED O+M: Centros educacionales, para edificios existentes de escuelas primarias, se puede utilizar para escuelas superiores y edificios no académicos en campus educativos, (4) LEED O+M: Hotelería, para certificar edificios existentes que funcionan como hoteles, moteles, o cualquier tipo de negocio de hospedaje, (5) LEED O+M: Centro de datos, edificios existentes diseñados para abarcar equipos informáticos de alta densidad, (6) LEED O+M: Centros de almacenaje y distribución, para edificios existentes utilizados como almacenes de cualquier tipo.

Para la categoría LEED para barrios: se utiliza para calificar nuevos proyectos de urbanización o proyectos de reurbanización. Se puede clasificar en cualquier etapa del proceso. Dentro de la categoría se encuentran las siguientes variantes: (1) LEED ND: Plan, para proyectos en fase de construcción o planificación, (2) LEED ND: Proyecto construido, para proyectos finalizados.

Para la categoría LEED Casas: para casas unifamiliares y multifamiliares. El edificio debe contar con 50% o más de espacio residencial. Dentro de la categoría se encuentran las siguientes variantes: (1) LEED Casas: Viviendas multifamiliares de poca altura, para viviendas de máximo tres pisos, (2) LEED Casas: Viviendas multifamiliares de mediana altura, para viviendas de entre cuatro a ocho pisos. A continuación se muestra una figura resumen de las categorías y subcategorías de certificación LEED que se explicaron líneas anteriores:

se obtiene un puntaje entre 50 y 59 puntos, y (4) simplemente certificado, cuando se obtiene un puntaje entre 40 y 49 puntos. Obtener de la página de la USGBC la plantilla de puntuación LEED según el tipo de certificación seleccionado. Asumir los posibles puntajes a obtener según el planteamiento del proyecto y observar el puntaje obtenido, de no desear ese puntaje, replantear la edificación hasta obtener el puntaje deseado.

Cuarto. Teniendo claro el sistema de certificación y el nivel de certificación que se tiene como objetivo, además de poseer todo el planteamiento del proyecto, se debe registrar el proyecto en la página web de la USGBC y realizar los pagos correspondientes. Además, se envía toda la información correspondiente.

Quinto. Existen dos fases de revisión del proyecto: la revisión preliminar y la revisión final. La revisión preliminar ofrece orientación en caso no se hayan obtenido todos los créditos asumidos, para así poder replantear el proyecto; en la revisión final se obtiene la puntuación definitiva y el nivel de certificación. En caso de no estar de acuerdo con el resultado obtenido, se puede apelar a que se vuelva a revisar. Si la certificación es negada, el proyecto no puede ser revisado nuevamente.

2.5. Crítica a edificios sostenibles

Son edificaciones o estructuras eficientes en uso de agua y energía, inclinándose por el cuidado del medio ambiente en el que se construyen, minimizando el desperdicio de materiales del proceso constructivo, aprovechando la infraestructura actual y potenciando el uso del transporte público o alternativo, y otras estrategias; así mismo, dentro del diseño y la construcción se debe tener en cuenta el impacto de la extracción y producción de materiales (Rocha E., 2011; Casas-Toris, 2020).

La mayoría de personas imagina que un edificio puede considerarse sostenible porque ahorra agua y luz, pero es más que eso; es cierto que en diversas certificaciones la mayoría de puntaje está dado por el desempeño óptimo del uso de la electricidad y el agua, pero para lograr que sea verdaderamente un edificio verde se requiere de cumplir también del buen uso de materiales antes y durante la construcción, así como enseñarles a los inquilinos el buen uso de los espacios de la edificación (Alarcón, 2023). Depende de las personas y el buen uso de la tecnología, lograr que la edificación sea sostenible en el tiempo.

Entonces se puede entender como sostenible el uso racional de los recursos existentes, usar los recursos que se necesitan para el presente sin poner en riesgo los recursos para generaciones futuras, promoviendo así una mejor calidad de vida. Y las naciones deben acortar la brecha entre naciones ricas y naciones pobres, porque todos merecen tener calidad de vida (Brundtland, 1987; Casas-Toris, 2020).

Un buen ambiente de trabajo genera que las personas se sientan en las condiciones óptimas de producir un buen desempeño en el trabajo, aquello generará buenos resultados económicos. Esto da a entender que lo económico, social y ambiental van a la par y lo ideal es realizar un correcto equilibrio para obtener resultados favorables (Campos et al, 2018).

Sustentabilidad y “ecológico” a menudo se usan indistintamente y significan más que solo reducir el impacto ambiental. Sustentabilidad significa crear lugares que sean ambientalmente responsables, saludables, justos, equitativos y rentables. Hacer más ecológico el entorno de construcción significa aplicar una mirada holística a los sistemas naturales, humanos y económicos, y encontrar soluciones que favorezcan la calidad de vida de todos (USGBC, 2017; Amato, 2019).

La idea de una construcción sostenible es favorecer al medio ambiente generando menos daño, pero también se debe tener en cuenta a las personas que van a hacer uso de la edificación sostenible, quienes deben sentirse cómodos de estar ahí, además, las personas también deben saber utilizar las estrategias que posee la edificación para evitar impactos ambientales negativos. Por ejemplo, si se tienen paredes con ventanas de piso a techo en la oficina, no existirá la necesidad de prender la luz durante el día, además de poseer las ventanas adecuadas, se puede ahorrar en el sistema de ventilación, también pueden existir plantas como decoración en la oficina. Todo esto hace que los trabajadores interactúen con la naturaleza, esta conexión puede mejorar el estado anímico de los trabajadores, tornándolos más productivos (Malaver y Ortiz, 2018).

El objetivo de la sostenibilidad, en términos del entorno de construcción, es garantizar que los edificios y las comunidades creen valor para todas las partes interesadas, no solo para un grupo limitado. Por ejemplo, un edificio que hace uso eficiente de la energía y permite a los propietarios ahorrar dinero, pero enferma a los ocupantes, no es sustentable, ni tampoco un material que posee una pequeña huella de carbono, pero se fabricó en un taller clandestino, ni tampoco un complejo ecológico que desplaza a las especies amenazadas o a los habitantes locales (USGBC, 2017).

El ideal de un edificio verde es que todas las partes involucradas salgan beneficiadas en cada proceso de la construcción. Se beneficia el dueño con la ganancia, se beneficia el cliente con el resultado y se beneficia el medio ambiente con la calidad de edificación construida (Arias, 2021).

Se sabe que un edificio ecológico no es suficiente para contrarrestar el daño ambiental que el ser humano genera anualmente. Las propias personas también deben realizar prácticas sostenibles para poder progresar con la erradicación de la contaminación existente. Todo cambio comienza cuando el ser humano toma conciencia de que tiene que mejorar, pero no puede dejar todo el cambio en manos de la tecnología, se debe saber utilizar esa tecnología (Calderón, 2019).

El entorno de construcción, incluidos los edificios y sistemas de transporte, es responsable de más de dos tercios de todas las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, un estudio de la toxicidad ambiental revela que la construcción convencional contamina un 363% más que las edificaciones elaboradas con madera (USGBC, 2017; Guerreo, 2019).

Si no se realiza el mantenimiento adecuado, los sistemas se empiezan a desgastar, el desempeño del edificio decae con el pasar del tiempo, se tiene que cuidar desde las pinturas de las paredes que se ensucian, siempre estar regando las plantas para que estas no mueran, hasta revisar siempre los sistemas mecánicos para observar que el buen funcionamiento de los mismos sea constante. Siempre se debe velar por el óptimo funcionamiento de la edificación (Anzola, 2021).

A pesar de todo, antes de que existieran las certificaciones sostenibles, eran muy escasas las edificaciones sostenibles, con el pasar del tiempo, creándose las certificaciones sostenibles, el ser humanos ha ido optando por poseer esas certificaciones, enrumbándose así hacia la sostenibilidad (Cirilo y Cuyubamba, 2023).

A pesar de que, en porcentaje, los edificios sostenibles son muchísimo menos que los edificios comunes, estas prácticas de sostenibilidad dejan un camino trazado para futuras generaciones. No se puede esperar que en una generación todos los edificios se vuelvan sostenibles o que todas las personas tomen conciencia de la sostenibilidad, pero con el pasar de las generaciones esta idea irá fortaleciéndose y expandiéndose (Olson y Kellum, 2003).

2.6. Crítica a LEED

La visión de la certificación LEED es que los edificios y las comunidades regenerarán y mantendrán la salud y la vitalidad de toda la vida dentro de una generación. La misión de la certificación LEED es transformar la forma en que se diseñan, construyen y operan los edificios y

las comunidades, permitiendo un entorno ambiental y socialmente responsable, saludable y próspero que mejore la calidad de vida (USGBC, 2017).

La gran mayoría de empresas toman el concepto de certificación LEED como una estrategia de marketing, debido a que es un reconocimiento a nivel mundial de gran prestigio. Entonces, para justificar si merece la pena la certificación LEED se debe analizar sus beneficios de obtener la certificación y también las desventajas de querer obtener la certificación (Macías, 2022). Actualmente no existe ninguna investigación por parte de la USGBC comparando sus propios edificios certificados según el nivel de certificación obtenido; esto para comprobar si en realidad una edificación con mayor puntaje obtenido es mucho más eficiente que una edificación con menor puntaje (USGBC, 2022).

También existe el problema que no todas las empresas contratistas saben cómo plantear un edificio sostenible, no saben cómo ejecutarlo, no han tenido la práctica de realizarlo antes y esto es perjudicial porque por detalles pequeños puede no llegarse a obtener los puntajes de un criterio e incluso debido a esto puede no llegarse a la certificación esperada. Siempre en el proyecto debe existir una persona que esté inmersa en el tema tanto por el lado de la constructora como del cliente, porque también puede darse el caso que la constructora se aproveche del cliente al saber que el cliente desea la certificación LEED y que esta otorga mucho prestigio a una edificación (Pedraza, 2016).

Es importante contar con una persona certificada en LEED, o un grupo de personas, para poder acreditar sin problemas los criterios, además se puede lograr realizar verdaderos impactos positivos con la edificación a realizar y no simplemente obtener puntaje. Asimismo, se otorga puntaje adicional si en el proyecto existe un grupo de personas certificadas en LEED (Murillo, 2021).

Por ejemplo, una ventaja es que se necesita tener un mínimo de criterios aprobados para poder obtener la certificación. Un ejemplo de desventaja es que las empresas se aprovechan y seleccionan los criterios convenientes y menos favorables para el medio ambiente (Gruppe, 2015; Ecoduo, 2018).

El área de certificación de Energía y atmósfera equivale a aproximadamente el 33% del puntaje total, en base a 110 puntos. Por ende, la edificación podría no obtener ningún punto en esa área y aun así obtener una certificación, que en el peor de los casos sería simplemente certificada. Pero en temas de impactos ambientales, no estaría participando con el mundo en colaboración al desarrollo de la sostenibilidad (Vásquez, 2023).

Además, el costo de la certificación LEED no varía según el país o la zona del país a certificar, solo se basa en los tipos de certificación existente. Aquello es desventajoso porque en todos los países existen zonas con altos niveles socioeconómicos y existen también zonas con bajos niveles socioeconómicos, zonas de pobreza y zonas de extrema pobreza. Con justa razón las mismas constructoras al seleccionar el lugar donde va a realizarse la edificación, preferirán zonas donde les sea más rentable y beneficioso en el aspecto económico. Esto hará que las edificaciones con certificación LEED se centre en ciertos lugares y no se expanda en todas las zonas del mundo (Martinez et al, 2019). Aquello no es beneficioso con el paso del tiempo porque a pesar de ser edificios sostenibles, existirá un desbalance en la práctica de sostenibilidad. La meta es que la mayoría de las edificaciones sean sostenibles y no solo aquellas que se encuentren en zonas socioeconómicamente altas.

Tampoco se hace favorable que las versiones de LEED no se adaptan a las características y sistemas de medida de cada país en donde se va a certificar la edificación. La guía de LEED se mantiene con su sistema de medida basado en las organizaciones de Estados Unidos para

cualquiera de los edificios a certificar al rededor del mundo. Esto lo hace desventajoso para otros países (Takayama, 2021). Por ejemplo, en Estados Unidos se utiliza las pulgadas para medir, pero en Perú se utiliza el metro, lo cual significa convertir todas las medidas para adaptarlo a nuestro país.

Otra de las críticas que se suele hacer a la certificación LEED, es que, está pensada para el mercado americano, que emplea diseños urbanísticos, unidades de medida y prácticas constructivas bastante diferentes a las europeas o de otras partes del mundo; prácticamente son los mismos criterios para diferentes áreas geográficas (Gómez 2012; Sánchez-Bayo, 2021).

A pesar de las desventajas o trucos que una empresa puede realizar para obtener la certificación LEED, ésta igualmente aporta con el cuidado del planeta porque son mejores que otras edificaciones que no han sido planteadas de manera sostenible. Por ende, la certificación LEED sí debe ser valorada (Moreno, 2018), pero no sobrevalorada.

El objetivo de LEED es la transformación del mercado (fundamentalmente, cambiar la manera en que diseñamos, construimos y operamos los edificios y las comunidades) a través de niveles de certificación que reflejen los niveles de logros en áreas tales como: ahorro de energía, eficiencia en el uso del agua, reducción de las emisiones de CO₂, calidad mejorada del ambiente interior y administración de recursos (USGBC, 2017).

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Edificios a analizar

El primer edificio a analizar es El Centro Empresarial Leuro, el cual es el primer edificio en el Perú en obtener certificación LEED con nivel platino. El tipo de certificación fue Core and Shell y se obtuvo la certificación con 82 puntos. Algunas características del edificio que lo hicieron obtener el nivel de certificación platino: (1) Posee su propia planta de tratamiento de agua, lo cual reduce el consumo de agua en un 39%, por ejemplo, reutilizando el agua de lluvia; (2) Posee su propio sistema de iluminación inteligente, utilizando iluminación led y sensores de movimiento; (3) Utiliza materiales y pintura con bajo contenido de *VOC* (Compuestos Orgánicos Volátiles); (4) El 100% de la madera utilizada posee certificación del *Forest Stewardship Council* (siglas *FSC*, y en español como Consejo de Administración Forestal); (5) Posee estacionamiento *LEV* (*Low Emission Vehicles*); (6) Estacionamiento de bicicletas (SUMAC, 2024).



El Centro Empresarial Leuro posee diferentes ambientes para garantizar la comodidad de las personas que trabajan en el edificio, formando así una comunidad amigable; cuenta con sala de reuniones, comedores, espacios abiertos, vestíbulo, estacionamientos para bicicletas, duchas, cambiadores y casilleros. Varias empresas, de diferentes rubros, poseen edificios en el edificio descrito; algunas empresas se dedican a la venta de productos para el cuidado e higiene personal y del hogar, otra empresa se dedica a la carga e infraestructura marítima y portuaria, otra empresa construye ambientes amigables y cómodos para los trabajadores, también una empresa que se dedica a la implementación y fabricación de farmacéuticos, y así, entre otras empresas.

Por otro lado, el propietario del proyecto fue Inversiones Benavides 777, la gestión de proyectos estuvo a cargo de GCAQ Ingenieros Civiles, la empresa constructora fue GyM, el consultor LEED

fue SUMAC y las personas que pertenecieron al equipo LEED fueron el Arq. Reynaldo Percca, el Ing. Billy Condor y el Ing. Luis Alvarado (Edificios del Perú, 2017). El área del proyecto es de 3910 metros cuadrados. El Centro Empresarial Leuro tiene 17 pisos (una altura de 75 metros) y ocho sótanos con capacidad para más de 700 estacionamientos para autos, 54 para bicicletas, y doce ascensores. El primer piso es comercial, en el segundo se encuentran las salas de diversos usos como para conferencias y los demás pisos son oficinas (CUMBRA, 2024).

Figura 3.1.

Imagen referencial y ubicación del Centro Empresarial Leuro.



 <p>Figura A</p>	 <p>Figura B</p>
<p>Descripción figura A: Centro empresarial Leuro. Referencia: Google imágenes.</p>	<p>Descripción figura B: Ubicación del Centro empresarial Leuro. Referencia: Google maps</p>

El segundo edificio a analizar es Swiss Tower, obtuvo un nivel de certificación oro con 67 puntos en el tipo Core and Shell. Fue certificado el trece de noviembre del 2015. El área es de 7293.02 metros cuadrados. Tiene once pisos, siendo el último dedicado a áreas comunes. Posee siete sótanos con 184 estacionamientos simples, así como también posee espacio para vehículos

híbridos y estacionamiento para bicicletas. Las oficinas tienen un área mínima de 105 metros cuadrados y un área máxima de 800 metros cuadrados. Posee también cuatro elevadores. También, cuenta con ambientes de uso compartido como salas de usos múltiples con capacidad de 90 personas, dos directorios, salón de reuniones y conferencias, patio de eventos con jardín al aire libre, comedor y cafetería (Swiss Rents, 2024).

Figura 3.2.

Imagen referencial y ubicación del Swiss Tower.

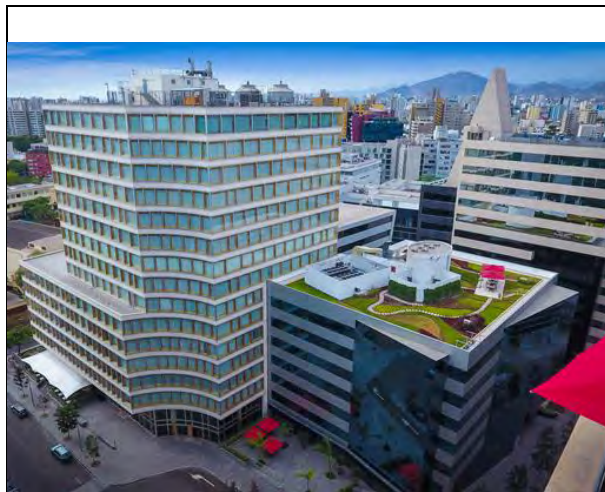
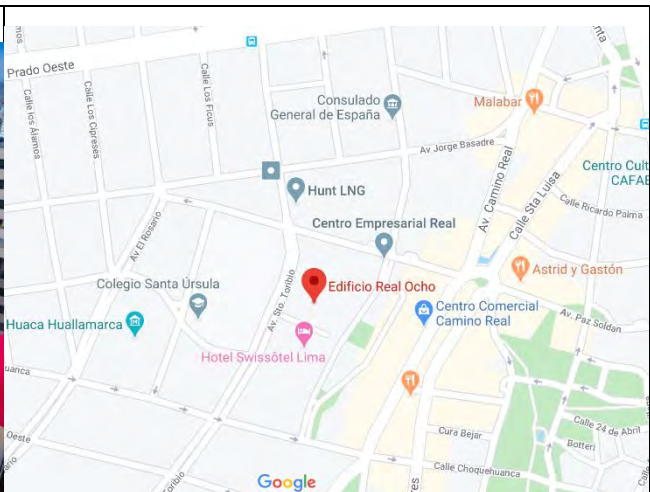
	
<p>Figura A</p> <p>Descripción figura 3.3: Swiss Tower. Referencia: Google imágenes.</p>	<p>Figura B</p> <p>Descripción figura 3.4: Ubicación del Edificio Swiss Tower. Referencia: Google maps.</p>

El tercer y último edificio a analizar, Edificio Real 8, obtuvo certificación plata con 55 puntos en la clase de Core and Shell. Fue certificado el catorce de junio del 2015. El edificio Real 8 cuenta con dieciséis pisos, de los cuales catorce serán de oficinas. Posee también dos locales comerciales

en la primera planta y cinco sótanos de estacionamientos. Las oficinas tendrán áreas desde los 351 metros cuadrados hasta los 1,010 metros cuadrados (SUMAC, 2024).

Figura 3.3.

Imagen referencial y ubicación del Edificio Real 8.

	
<p>Figura A Descripción figura 3.6: Edificio Real 8. Referencia: Google imágenes.</p>	<p>Figura B Descripción figura 3.6: Ubicación del Edificio Real 8. Referencia: Google maps.</p>

3.2. Criterios utilizados para el análisis de edificios

Primero, se analizan edificios en la ciudad de Lima debido a su gran porcentaje sobresaliente a nivel del Perú. Segundo, se decide utilizar edificios estilo oficinas de empresa, porque el mayor número de edificios certificados LEED en el Perú son oficinas. Tercero, se utiliza la credencial “BD+C: Core and Shell” para todos los edificios a analizar; se opta por esta credencial debido a que aproximadamente el 50% de los edificios LEED en el Perú la poseen; el otro 50% de edificios poseen las otras cuatro especializaciones. Cuarto, se agrupan los edificios según el tipo de certificación obtenida, se comparan en referencia al puntaje y se selecciona un edificio con certificación plata, un edificio con certificación oro y un edificio con certificación platino; todos

los edificios a comparar serán oficinas de empresa para que la evaluación sea más equitativa. Quinto, se analizan todos los criterios LEED para BD+C: Core and Shell, así como qué tan probable es que en el Perú se desarrollen sin problema alguno, y cómo pueden mejorarse para el país. Sexto, se analizan los criterios utilizados de cada edificación, por qué utilizó dicho criterio, por qué le conviene dicho criterio. Séptimo, se comparan los puntajes de los edificios en base a los criterios de cada uno; se analiza si aquel edificio que tiene mayor puntaje posee mejores características para desarrollar la sostenibilidad, de no ser así, se analiza porqué un edificio con mayor puntaje se considera más sostenible respecto a un edificio con una certificación de menor rango, entendiéndose que según la certificación LEED, un edificio con mayor rango es más sostenible comparado con uno con certificación de menor rango. Octavo, utilizamos Real statistics para analizar los tres edificios con otros edificios en su misma categoría, comparamos las variables en común: porcentaje materiales regionales, porcentaje ahorro de energía y porcentaje ahorro de agua. Noveno, dependiendo de los resultados y las conclusiones obtenidas se realiza una crítica constructiva sobre el puntaje de cada criterio y cómo podrían modificarse para mejorarlos; se puede sugerir modificar el puntaje de cada criterio o exigir mayores características a cumplir por cada criterio establecido.

3.3. Descripción de los créditos LEED

En este capítulo se describirán los créditos de la certificación LEED para la categoría Núcleo y envolvente (Core and Shell), la cual es la categoría seleccionada para los edificios a analizar, por ende, en la descripción de los créditos se omitirán las demás especialidades: nueva construcción, centros educacionales, comercios, centros de datos, centros de almacenaje y distribución, hotelería, y centros de salud. Recordando que se eligió la categoría Core and Shell por ser la de mayor frecuencia en el Perú.

En los anexos adjuntos encontramos tablas resúmenes de los criterios de cada área de la certificación LEED. Ver la tabla I del anexo 1, área de Sitios sustentables, está relacionada con la ubicación del edificio y sus alrededores, se busca un lugar con buena iluminación y ventilación de forma natural, paraderos de buses cerca para así minimizar el uso de auto particular. Ver tabla II, anexo 1, área Eficiencia de agua, donde se busca reducir el consumo de agua maximizando su uso en diversos casos, por ejemplo, usar el agua de lluvia para regar las plantas. Ver tabla III, anexo 1, área Energía y atmósfera ayuda a ahorrar energía, por ejemplo, al usar el mayor tiempo posible la luz natural. Ver la tabla IV, anexo 1, área Materiales y recursos busca contaminar lo menor posible con los materiales a usar en la construcción. Ver la tabla V, anexo 1, área Calidad ambiental interior busca mejorar la calidad de vida de los integrantes del edificio. Y, por último, ver la tabla VI, anexo 1, área Innovación de diseño otorga puntos extras en criterios cumplidos que superan las expectativas.

3.4 Software Real Statistics

Descripción de la herramienta

Charles Zaiontz (2024), creador del software, comenta que “*Real statistics* usando Excel es una guía práctica sobre cómo realizar análisis estadísticos en Excel además de un software de estadística gratuito. Este paquete de software amplía las capacidades estadísticas integradas de Excel. Esto le permitirá realizar más fácilmente una amplia variedad de análisis estadísticos en Excel.”

En la página web de Real Statistics se encuentra todas las herramientas que esta misma proporciona: estadísticas descriptivas, regresión, ANOVA, análisis multivariado, correlación,

confiabilidad y datos faltantes, entre otras, e incluso dentro de cada herramienta se logra encontrar diferentes opciones de uso.

Datos de entrada

Las variables a utilizar: porcentaje de materiales regionales, porcentaje de ahorro de energía y porcentaje de ahorro de agua. Se elige estas variables porque se conoce los valores para los tres edificios seleccionados de Lima-Perú. Además, se eligen tres edificios más, de alrededor del mundo, por cada rango (platino, oro y plata) para poder realizar una comparativa estadística; los edificios seleccionados para el rango platino: Reforma 180, Elm Park Block D, Tanger 66 – Office Building; los edificios seleccionados para el rango oro: Nippon Life Marunouchi Garden Tower, T7T8 Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo, Torre Anseli; los edificios seleccionados para el rango plata: 7000 Euclid, Edificio SLI, WT Morumbi.

Para los edificios seleccionados de alrededor del mundo, no se encuentran todos los valores exactos para las variables a usar, estos valores faltantes se hallan matemáticamente comparando los puntos obtenidos en cada área de la certificación, respecto a los otros edificios. Obteniendo así valores coherentes.

Tabla 3.1.*Valores de las variables de los edificios platino.*

Criterios	Edificios certificación platino			
	Centro empresarial Leuro	Reforma 180	Elm Park Block D	Tanger 66 - Office Building
Porcentaje materiales regionales	35	41	27	70
Porcentaje ahorro de energía	17	35	24	22
Porcentaje ahorro de agua	40	40	31	32

Tabla 3.2.*Valores de las variables de los edificios oro.*

Criterios	Edificios certificación gold			
	Swiss Tower	Nippon Life Marunouchi Garden Tower	T7T8 Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo	Torre Anseli
Porcentaje materiales regionales	30	18	30	24
Porcentaje ahorro de energía	40	28	21	40
Porcentaje ahorro de agua	60	48	37	36

Tabla 3.3.*Valores de las variables de los edificios plata.*

Criterios	Certificación plata			
	Edificio Real 8	7000 Euclid	Edificio SLI	WT Morumbi
Porcentaje materiales regionales	18	48	12	36
Porcentaje ahorro de energía	15	8	21	10
Porcentaje ahorro de agua	27	27	33	40

Modelo matemático

Las fórmulas descritas a continuación son obtenidas de la página web oficial de Real Statistics. En esta ocasión se utiliza la herramienta de análisis ANOVA, en específico, Single Factor ANOVA, de la cual obtenemos las pruebas: Kruskal-Wallis Test, Pairwise t tests y Pairwise Mann-Whitney tests. Para el ANOVA dentro de los grupos usaremos las fórmulas (1), (2), (3) y (4), para el ANOVA entre los grupos usaremos las fórmulas (5), (6) y (7), y para el ANOVA total usaremos las fórmulas (8) y (9). Para las fórmulas descritas, cada variable tiene un significado, MSB: suma media de cuadrados entre los grupos, MSW: suma media de cuadrados dentro de los grupos, SST: suma total de cuadrados, n: número total de muestras de una población, SSW: suma de cuadrados dentro de los grupos, SSB: suma de cuadrados entre los grupos, dfb: grados de libertad entre los grupos, dfw: grados de libertad dentro de los grupos, F: coeficiente de ANOVA. La distribución F se utiliza para comparar las varianzas de dos poblaciones (Zaiontz, 2024).

$$SS_W = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^t (x - \bar{x}_j)^2 \quad (1)$$

$$df_W = k - 1 \quad (2)$$

$$MS_W = \frac{SS_W}{df_W} \quad (3)$$

$$F = \frac{MS_B}{MS_W} \quad (4)$$

$$SS_B = \sum_{j=1}^k (\bar{x}_j - \bar{x})^2 \quad (5)$$

$$df_B = n - k \quad (6)$$

$$MS_B = \frac{SS_B}{df_B} \quad (7)$$

$$SS_T = \sum_{j=1}^n (\bar{x}_j - \bar{x})^2 \quad (8)$$

$$df_T = n - 1 \quad (9)$$

El Kruskal-Wallis Test es una prueba no paramétrica que se utiliza en lugar de ANOVA unidireccional, es muy útil cuando las muestras grupales se desvían mucho, cuando los tamaños de las muestras son pequeños y desiguales, y cuando los valores de los grupos son diferentes debido a valores atípicos. La fórmula (10) es la usada para esta prueba, donde, k: número de grupos, N: número total de sujetos, n_j : número de sujetos en cada grupo, R_j : suma de los rangos en cada grupo. El resultado que se analiza al usar esta ecuación es el valor de p, donde si $p \leq \alpha$ significa que las diferencias entre algunas de las medianas son estadísticamente significativas, si el valor de $p > \alpha$ significa que la diferencia entre las medianas no es estadísticamente significativa (Abdi, 2010).

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(n+1) \quad (10)$$

Para el Pairwise t tests se utiliza la fórmula (11) donde d: diferencia por valor pareado y n: número de muestras. La prueba Pairwise t tests se utiliza comprobando todas las combinaciones posibles para determinar qué grupos, por pares, son significativamente diferentes.

$$t = \frac{\sum d}{\sqrt{\frac{n(\sum d)^2 - (\sum d)^2}{n-1}}} \quad (11)$$

La Pairwise Mann-Whitney tests es una prueba no paramétrica alternativa al Pairwise t tests (Howell, 2010), esta prueba que se utiliza para comparar dos medias muestrales que provienen de la misma población, así como para probar si dos medias muestrales son iguales o no. Las fórmulas que usan son las (12), (13) y (14), donde n1: tamaño de la muestra del grupo 1, n2: tamaño de la muestra del grupo 2, R1: sumatoria de los rangos del grupo 1 y R2: sumatoria de los rangos del grupo 2.

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1 \quad (12)$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_2 \quad (13)$$

$$U = \min (U_1, U_2) \quad (14)$$

CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN

4.1. Análisis comparado de los casos a partir de sus créditos

De la tabla 4.1. se puede observar que los dos edificios mejor certificados se encuentran en el distrito de Miraflores y el otro edificio está ubicado en el distrito de San Isidro. En el Perú, Miraflores está considerado como una mejor zona económicamente que San Isidro, el costo por metro cuadrado en Miraflores vale más que en San Isidro, quizás por eso también las constructoras invirtieron más en la zona de Miraflores que la de San Isidro.

Tabla 4.1.

Comparación de edificios

Área/Edificios	Centro empresarial Leuro	Swiss Tower	Edificio Real 8
Tipo de certificación	Certificación Platino	Certificación Oro	Certificación Plata
Puntaje obtenido	82/110	67/110	55/110
Año de certificación	2015	2015	2015
Ubicación	Miraflores	Miraflores	San Isidro
Pisos de oficina	17	11	16
Pisos de estacionamiento	8	7	5
Metros cuadrados construidos (m ²)	36761.92	7293.02	21293.19

4.2. Análisis de impactos generados hacia el medio ambiente a partir de los créditos satisfechos

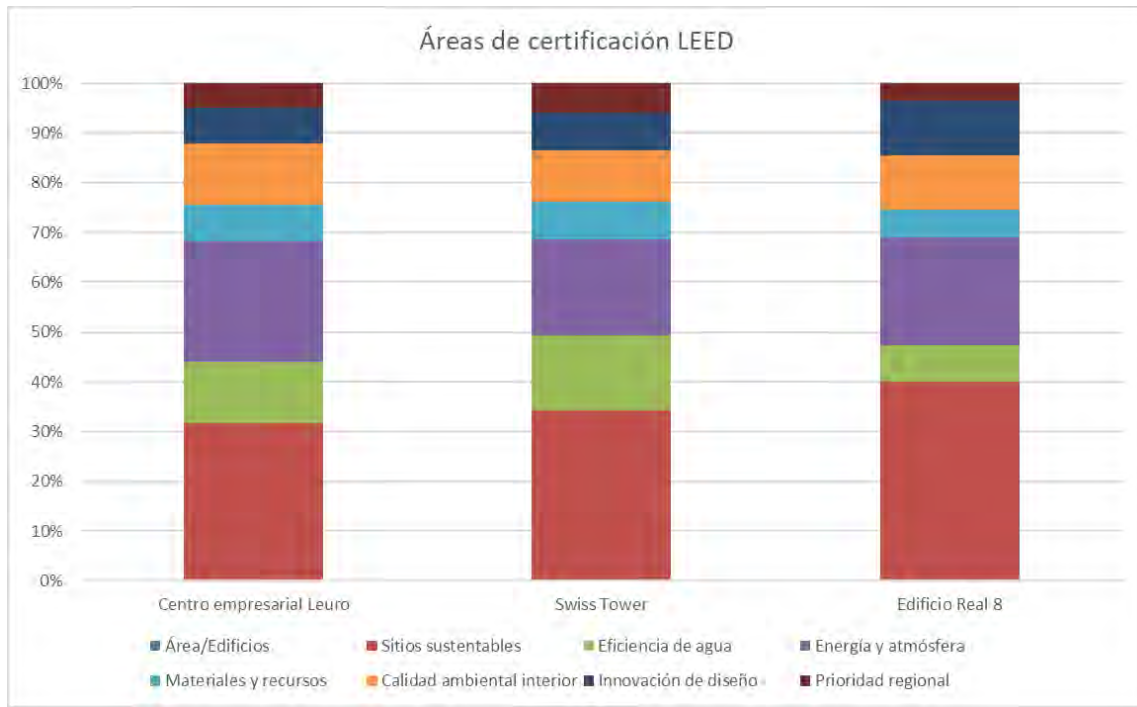
A continuación, se presentan tablas comparativas basadas en las áreas de la certificación LEED, se muestran, también, tablas comparativas de los créditos según cada área de la certificación. La información ha sido obtenida de la USGBC y adaptadas propiamente a tablas comparativas.

4.2.1. Comparativa de áreas de certificación LEED

La tabla 4.2 muestra una comparativa de las siete áreas de la certificación LEED. El área en la cual se puede obtener mayor puntaje es Energía y atmósfera, se puede obtener un máximo de 37 puntos. La segunda área en la cual se puede obtener mayor puntaje es Sitios sustentables, con un máximo de 28 puntos. Y la tercera área en la cual se puede obtener más puntaje es materiales y recursos, con un máximo de trece puntos. Al ser estas tres áreas las que otorgan más puntaje se asumirán que son las más importantes para lograr obtener la certificación LEED. En orden de importancia, asumiendo como más importante las de mayor puntaje, le siguen, Calidad ambiental interior, luego, Eficiencia de agua, después, Innovación de diseño y, por último, Prioridad regional. Además, en la figura 4.1 se puede observar un gráfico comparativo de porcentajes de cada área de la certificación LEED según cada edificio elegido a analizar.

Figura 4.1.

Diagrama de barras en porcentajes de áreas de certificación LEED.



En la tabla 4.2 se puede observar que en el área de Energía y atmósfera a pesar de ser el área en la cual se puede lograr obtener la mayor cantidad de puntaje, las edificaciones no lograron obtener ni el 55% del total de este puntaje, esto puede suceder debido a dos circunstancias, primero, porque el cumplir con los créditos de esta área incrementa el costo directo de la edificación o porque en el Perú, actualmente, no existen sistemas o tecnologías que ayuden a convalidar aquellos créditos. Al ser el área con mayor puntaje se puede asumir como la más importante para la USGBC, puede considerarse que sus criterios pueden generar impactos ambientales positivos, las edificaciones al dejar de obtener aquel puntaje están dejando de generar aquellos impactos positivos para los cuales estaban previstos esos criterios, inclusive, pueden estar permitiendo que impactos negativos se generen debido a la falta de sistemas para contrarrestarlos. Además, entre el edificio platino y el

edificio plata existen ocho puntos de diferencia, lo cual es una cantidad considerable, el edificio plata tan solo obtuvo doce puntos de los 37 puntos que podía obtener, esos doce puntos hacen un 32% del puntaje total, que es un porcentaje muy bajo.

Para la categoría de Sitios sustentables se puede observar en la tabla 4.2. que las edificaciones lograron una cantidad de puntaje considerable, lograron obtener hasta un 93% del puntaje total en el área, el cual es un alto porcentaje. Asimismo, la diferencia de puntaje entre el edificio platino y el edificio plata es de cuatro puntos, es una cantidad baja. Posiblemente sea fácil acceder al puntaje de estos créditos, ya que, incluso el edificio plata obtuvo un alto puntaje en esta área y se asume que el edificio plata gastó menos económicamente, debido a que, para cumplir cada crédito es lógico que se realice un gasto extra. Posiblemente en el Perú sí existan los sistemas adecuados para que el puntaje en esta área se pueda obtener con facilidad.

En el área de Materiales y recursos, se muestra en la tabla 4.2. que se obtuvo como máximo el 46% del puntaje total de área. Así como, la diferencia de puntaje entre la edificación platino y plata se diferencian en tres puntos. Puesto que ninguna edificación logró obtener un alto puntaje en esta área y teniendo en cuenta en las áreas anteriores el patrón repetitivo de que la edificación platino destacaba por tener un puntaje sobresaliente o que todas las edificaciones lograban destacar en obtener un buen puntaje, se puede asumir que el Perú no está completamente preparado para poder abastecer esta área de la certificación LEED.

Para el área de Calidad ambiental interior se puede observar en la tabla 4.2. que la diferencia de puntajes obtenidos entre la edificación platino y plata es de cuatro puntos, es un puntaje muy alto, considerando que el puntaje máximo en esta área es de doce puntos. Debido a que la edificación platino logró obtener diez de los doce puntos que se pueden obtener como máximo, se puede deducir que el Perú es un país preparado para lograr los objetivos de esta área.

En el área Eficiencia de agua se puede observar en la tabla 4.2. que las edificaciones platino y oro lograron obtener el puntaje completo y que la edificación plata no obtuvo ni el 50% del puntaje máximo del área. La diferencia de puntajes entre el edificio platino y plata es de seis puntos, lo cual, es demasiado para un máximo de diez puntos que se pueden obtener en esta área. Se puede deducir que sí se pueden abarcar estos créditos en el Perú de forma exitosa, pero que, para poder realizarlos dependerá también de que la constructora decida sí realizarlos.

Para el área de Innovación en diseño se muestra que dos edificios obtuvieron el puntaje completo, el de certificación platino y el de certificación plata, y el edificio de certificación oro estuvo a un punto de obtener el puntaje máximo. Se puede asumir que en el Perú sí se tiene la capacidad de lograr satisfacer esta área al 100%.

El área Prioridad regional dependerá mucho de los créditos individuales obtenidos de cada edificación basados en la región donde se llevó a cabo la edificación. En esta área se puede obtener hasta un máximo de cuatro puntos, existen diversos criterios de los cuales se puede obtener este puntaje. Se presenta en la tabla 4.2. que dos edificaciones lograron obtener el puntaje máximo y una obtuvo la mitad de puntaje máximo, de esto se puede deducir que sí se pueden obtener los cuatro puntos sin dificultad alguna.

Tabla 4.2.*Comparación de áreas de la certificación LEED.*

Edificios	Centro empresarial Leuro	Swiss Tower	Edificio Real 8
Tipo de certificación	Certificación Platino	Certificación Oro	Certificación Plata
Sitios sustentables	26/28	23/28	22/28
Eficiencia de agua	10/10	10/10	4/10
Energía y atmósfera	20/37	13/37	12/37
Materiales y recursos	6/13	5/13	3/13
Calidad ambiental interior	10/12	7/12	6/12
Innovación de diseño	6/6	5/6	6/6
Prioridad regional	4/4	4/4	2/4
Puntaje total	82/110	67/110	55/110

4.2.2. Comparativa del área sitios sustentables

El crédito Prevención de la polución de la construcción es un requerimiento, por ende, todas las edificaciones han tenido que cumplirlo para luego poder optar por obtener puntaje en ese criterio, se asume que las tres edificaciones cumplieron con este prerrequisito porque las tres edificaciones obtuvieron puntajes en diversos criterios de esta área.

En el crédito Selección del sitio, las tres edificaciones estudiadas obtuvieron un punto. El requisito mencionado es sencillo de cumplir porque solo se debe evitar construir en lugares naturales, en este caso, las tres edificaciones están en zonas urbanizadas, San Isidro y Miraflores.

El crédito Densidad de desarrollo y conectividad con la comunidad va acompañado con el crédito anterior, ya que solicita que el edificio se construya en una zona urbana para contener la expansión urbana, por lo tanto, es lógico que las tres edificaciones hayan obtenido el puntaje completo en ambos créditos.

El crédito Reurbanización de terrenos abandonados pide que el edificio se desarrolle en un terreno certificado como abandonado, las edificaciones se encuentran en zonas urbanas, es complejo encontrar en una zona urbana un terreno certificado como abandonado. Se puede observar que las tres edificaciones obtuvieron cero de puntaje en este crédito. También se observa que como estrategia es más fácil obtener seis puntos (los dos créditos anteriores) al construir en una zona urbana que intentar obtener un punto al construir en un terreno abandonado.

El crédito Transporte Alternativo: Acceso al transporte público pide que la edificación se encuentre cerca a paraderos de autobuses, las tres edificaciones lograron obtener el puntaje completo, seis puntos. En el capítulo cuatro de esta tesis, metodología, se muestran las ubicaciones de las edificaciones y se puede observar que todas se encuentran cerca a paraderos y avenidas principales. Nuevamente este crédito es fácilmente accesible de cumplir porque en las zonas de Miraflores y San Isidro existen varios paraderos de autobús y por esas zonas existen varias avenidas principales.

El crédito Transporte Alternativo: Almacenamiento de bicicletas y vestuarios solicita tener un estacionamiento para bicicletas en el edificio. Un estacionamiento de bicicletas no ocupa mucho espacio y logra abarcar más ocupantes, además es económico. Todo esto se refleja demostrando

que las tres edificaciones obtuvieron el puntaje completo en esta área. Cabe resaltar que el crédito no solicita que la edificación se encuentre cerca de alguna ruta para bicicletas y como es sabido, en el Perú existen muy pocas rutas para bicicletas.

El crédito Transporte Alternativo: Vehículos con bajas emisiones y consumo eficiente de combustible otorga diversas opciones para poder cumplirlo, básicamente solicita que en el estacionamiento exista una zona exclusiva, y que esté cerca a la puerta de entrada principal, en donde los vehículos con bajas emisiones y consumo de combustible pueden estacionarse. Estos vehículos pueden ser eléctricos o de GLP y que hayan sido fabricados recientemente, porque al ser nuevos emiten menos gases contaminantes. Un crédito que se puede cumplir sin problema alguno, en la tabla 4.3. se muestra que las tres edificaciones obtuvieron el puntaje completo.

El crédito Transporte Alternativo: Capacidad de estacionamiento solicita no exceder el número de estacionamientos solicitados según la zona, esto se refiere a no construir más estacionamientos de los requeridos, un crédito muy accesible a ser cumplido, al no construir más estacionamientos también la constructora se está viendo beneficiada porque no realiza mayor gasto. De la tabla 4.3. se observa que las tres edificaciones obtuvieron el puntaje completo.

El crédito Desarrollo del sitio: Protección o restauración del hábitat pide conservar las áreas naturales existentes y restaurar las dañadas del terreno, usualmente se tiene la mala práctica que todo el terreno debe ser 100% construido con la mentalidad de que así se aprovecha mejor el espacio y que los ocupantes tendrían más espacio para desenvolverse, dejando de lado la importancia de la naturaleza. En la tabla 4.3. se observa que solo la edificación platino cumple con este requisito.

El crédito Desarrollo del sitio: Maximización del espacio abierto solicita que la edificación deba tener un espacio abierto que sea un porcentaje de la edificación, suscribiendo lo mencionado en el crédito anterior, esto reduciría el espacio construido. En la tabla 4.3. se observa que solo la edificación platino cumple con este requisito.

El crédito Diseño de ingeniería hidráulica: Control de cantidad exige que se sepa reutilizar mínimo el 50% de las aguas pluviales, para lograr obtener este crédito se necesita desarrollar un sistema en el cual se trate esta agua y/o se redirija para ser utilizada en zonas verdes o tanques de riego o descargas de inodoro. De la tabla 4.3. se puede observar que solo la edificación platino cumple con este requisito. Realizar este sistema significa un coste adicional, las edificaciones comunes simplemente desembocan el agua pluvial en los desagües, evitando así su reutilización y realizando así mayor gasto de agua potable. Las constructoras usualmente evitan realizar mayor gasto sin analizar la opción de que reutilizar estas aguas significa un ahorro en el uso y costo de agua potable.

El crédito Diseño de ingeniería hidráulica: Control de calidad pide que se capture y trate un 90% de agua pluvial o demostrar que se cumplen con los protocolos aceptables. En la tabla 4.3. se puede observar que solo el edificio platino obtuvo el puntaje y el resto de edificios no, del crédito anterior se deduce que solo el edificio platino realizó el sistema necesario, entonces era lógico que solo este edificio cumpla con el crédito actual en mención.

El crédito Efecto isla de calor: Sin techo solicita que al menos el 50% del edificio siempre esté bajo sombra, la otra opción es que al menos el 50% del estacionamiento esté bajo techo. Se puede notar que este crédito es sencillo de cumplir ya que todos los edificios tienen estacionamientos subterráneos, y se nota según la tabla que todos los edificios cumplieron este crédito sin problema.

El crédito Efecto isla de calor: Techo pide que el techo de la edificación sea de material que posea SRI (Índice de reflectancia solar) o que al menos el 50% de la superficie sea un techo verde. Este es un crédito accesible, en el Perú sí existen materiales con 78 SRI y 29 SRI, por ejemplo, la marca Sika posee el producto Sikalastic -560 que tiene SRI 78, esta sería la opción más fácil de cumplir; además, el techo de cualquier edificación puede ser preparado para ser un techo verde. De la tabla 4.3. se puede observar que todas las edificaciones obtuvieron el puntaje total.

El crédito Reducción de la contaminación luminosa pide que la energía de iluminación se reduzca en un 50% entre las once de la noche y las cinco de la mañana. A pesar de ser edificios de oficina y que se asume que ese no es horario de trabajo, solo una de las tres edificaciones ha podido cumplir con este crédito.

El crédito Pautas de diseño y construcción para el arrendatario pide que se cree un documento en el cual se le enseñe a los ocupantes de la edificación a utilizar adecuadamente las características sostenibles del edificio. Todas las edificaciones obtuvieron el puntaje completo en este crédito.

En general, se puede observar en la tabla 4.3. que los créditos con mayor puntaje son los más accesibles a realizar, incluso una edificación común podría poseer las características que estos créditos con mayor puntaje solicitan, sin la necesidad de haber planeado hacer una construcción sostenible.

Tabla 4.3.*Comparación de créditos del área Sitios sustentables.*

Edificios	Centro empresarial Leuro	Swiss Tower	Edificio Real 8
Tipo de certificación	Certificación Platino	Certificación Oro	Certificación Plata
Prevención de la polución de la construcción	REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO
Selección del sitio	1/1	1/1	1/1
Densidad de desarrollo y conectividad con la comunidad	5/5	5/5	5/5
Reurbanización de terrenos abandonados	0/1	0/1	0/1
Transporte alternativo: Acceso al transporte público	6/6	6/6	6/6
Transporte alternativo: Almacenamiento de bicicletas y vestuarios	2/2	2/2	2/2
Transporte alternativo: Vehículos con bajas emisiones y consumo eficiente de combustible	3/3	3/3	3/3
Transporte alternativo: Capacidad de estacionamiento	2/2	2/2	2/2
Desarrollo del sitio: Protección o restauración del hábitat	1/1	0/1	0/1
Desarrollo del sitio: Maximización del espacio abierto	1/1	0/1	0/1
Diseño de ingeniería hidráulica: Control de cantidad	1/1	0/1	0/1

Diseño de ingeniería hidráulica: Control de calidad	1/1	0/1	0/1
Efecto isla de calor: Sin techo	1/1	1/1	1/1
Efecto isla de calor: Techo	1/1	1/1	1/1
Reducción de la contaminación luminosa	0/1	1/1	0/1
Pautas de diseño y construcción para el arrendatario	1/1	1/1	1/1
Puntaje total	26/28	23/28	22/28

4.2.3. Comparativa del área eficiencia de agua

El crédito Reducción del uso de agua es un requerimiento, por ende, todas las edificaciones han tenido que cumplirlo para poder obtener puntos en los créditos de esta área. El prerequisite solicita una reducción del 20% del uso de agua potable, de la tabla 4.4. se puede observar que los tres edificios cumplieron con el prerequisite.

El crédito Paisajismo con eficiencia de agua solicita que se reduzca el agua potable para riego en un 50% o que no se use agua potable para riego; este crédito podría ir de la mano con el de Sitios sustentables: Diseño de ingeniería hidráulica que solicita tratar y reutilizar el agua pluvial. De la tabla se observa que solo dos edificaciones obtuvieron el puntaje máximo y una edificación obtuvo cero de puntaje, una de las edificaciones que obtuvo puntaje máximo es la de certificación platino, la cual sí posee un sistema para tratar el agua pluvial, se observa en la tabla 4.3. que obtuvo los puntajes en los créditos de Diseño de ingeniería hidráulica.

El crédito Tecnologías innovadoras para aguas residuales solicita reducir el agua potable en inodoros en un 50% o tratar el 50% de aguas residuales en el sitio, suscribiendo lo mencionado en

el crédito anterior, este también puede estar relacionado con los créditos de Diseño de ingeniería hidráulica. Igualmente, al crédito anterior, las mismas edificaciones obtuvieron el puntaje máximo y la misma edificación obtuvo puntaje cero.

El crédito Reducción del uso de agua solicita una reducción del uso de agua potable mayor al 20% que fue establecido por el prerrequisito. Si se ahorra un 30% se obtiene dos puntos, si se ahorra un 35% se obtienen tres puntos y si se ahorra un 40% se obtienen cuatro puntos, he ahí la variación de hasta cuatro puntos que se pueden obtener con este crédito. Este crédito es accesible de lograr con éxito, actualmente en el Perú existen accesorios que permiten un bajo flujo de agua o poca descarga en baños y demás. En la tabla 4.4. se puede apreciar que todas las edificaciones obtuvieron el puntaje total.

Se puede observar que en esta área existen varios créditos que van de la mano, incluso con algunos créditos de la anterior área descrita. Se deduce entonces que tener un sistema para tratar el agua pluvial para poder reutilizarla es fundamental para obtener varios puntajes de diversos créditos en la certificación LEED. Lo interesante es que Lima prácticamente no se caracteriza por tener lluvias constantes, por ende, el sistema a utilizar para poder tratar el agua pluvial y reutilizarla y evitar tanto el uso de agua potable, sería un sistema no tan utilizado durante el tiempo de vida útil del edificio. Se tendría que optar por un sistema para tratar las aguas grises y que estas se vuelvan aptas para riego.

Tabla 4.4.*Comparación de créditos del área Eficiencia de agua.*

Edificios	Centro empresarial Leuro	Swiss Tower	Edificio Real 8
Tipo de certificación	Certificación Platino	Certificación Oro	Certificación Plata
Reducción del uso de agua	REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO
Paisajismo con eficiencia de agua	4/4	4/4	0/4
Tecnologías innovadoras para aguas residuales	2/2	2/2	0/2
Reducción del uso de agua	4/4	4/4	4/4
Puntaje total	10/10	10/10	4/10

4.2.4. Comparativa del área energía y atmósfera

Los créditos Comisionamiento fundamental de los sistemas energéticos del edificio, Desempeño energético mínimo, y Gestión de refrigerante fundamental son requerimientos, significa que todas las edificaciones tienen que cumplirlos para poder acceder a los demás créditos que sí tienen puntaje.

El crédito Optimización del desempeño energético exige lograr niveles de energía más altos de los estándares establecidos en el prerrequisito, se obtiene más puntaje por ahorros más altos de energía.

Debido a los puntajes tan bajos obtenidos por las edificaciones se puede asumir que el Perú no

posee aún un sistema efectivo para lograr ahorrar grandes cantidades de energía, o que los costos son tan altos que no fue rentable para la empresa poner un sistema así.

El crédito Energía renovable en el sitio solicita instalar un sistema de energía renovable, el puntaje se obtiene según el porcentaje de los costos de energía que han sido compensados gracias a los sistemas de energía renovable. En la tabla 4.5. se observa que las tres edificaciones obtuvieron cero de puntaje, así que, se puede asumir que en el Perú no existen sistemas de energía renovable tan eficaces para contrarrestar toda la demanda generada por un edificio de oficinas.

El crédito Comisionamiento mejorado solicita que el comisionamiento se debe empezar desde la etapa de diseño e ir verificando desde fases tempranas. Solo el edificio platino obtuvo los dos puntos y el resto obtuvo puntaje cero.

El crédito Gestión de refrigerante mejorado exige no utilizar refrigerantes o utilizar refrigerantes que minimicen o eliminen los impactos ambientales negativos, se puede observar en la tabla que tres de las edificaciones obtuvieron el puntaje completo, esto da a entender que en el Perú sí existen sistemas de ventilación que no utilicen refrigerantes.

El crédito Medición y verificación: Edificios base solicita tener un plan de medición y verificación para el edificio para poder realizar seguimiento de la energía utilizada. De la tabla 4.5. se verifica que solo el edificio platino obtuvo el puntaje completo de tres puntos en este crédito, las otras dos edificaciones prácticamente no utilizaron este método.

El crédito Medición y verificación: Submediciones de arrendatarios solicita instalar una red de medición de electricidad para saber el consumo de energía por cada ocupante del edificio, actualmente esto es algo común, cada persona paga la energía eléctrica que le corresponde según

cuánto ha consumido. En la tabla 4.5. se observa que todas las edificaciones obtuvieron puntaje completo en este crédito.

El crédito Energía ecológica solicita que se compre al menos el 35% de electricidad de proveedores certificados por Green-e, se puede observar de la tabla 4.5. que solo dos edificaciones de las tres han logrado obtener puntaje en este crédito, vale aclarar que obtuvieron el puntaje completo.

Basado en los puntajes totales y en los de cada crédito se deduce que el Perú posee artefactos para ayudar a gestionar el manejo de energía eléctrica, pero no está netamente preparado para crear sistemas que logren grandes niveles de ahorro de energía. Esta comparativa se realiza principalmente con los instrumentos eléctricos que se pudieran encontrar en Estados Unidos, esto debido a que LEED está basado en las medidas de ese país.

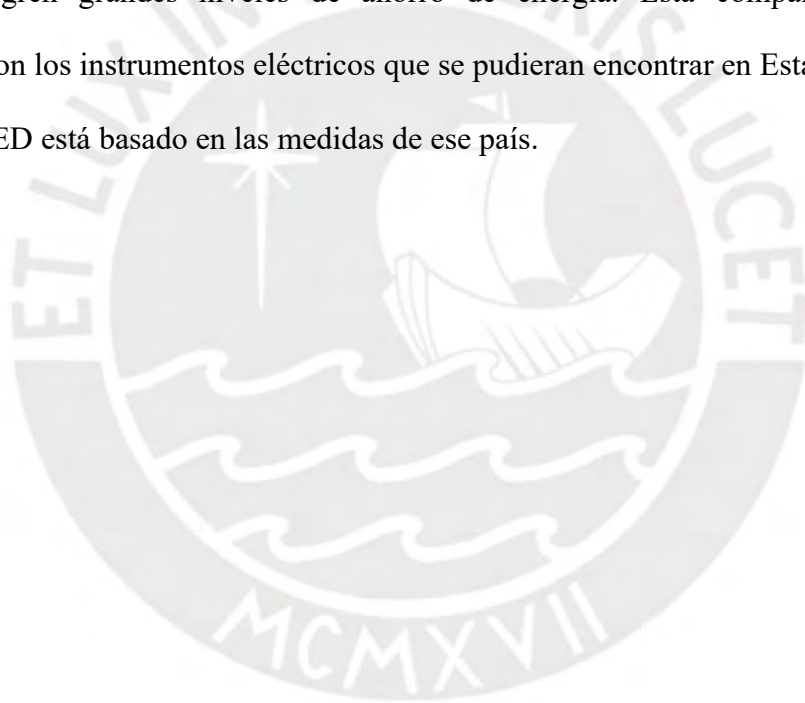


Tabla 4.5.*Comparación de créditos del área Energía y atmósfera.*

Edificios	Centro empresarial Leuro	Swiss Tower	Edificio Real 8
Tipo de certificación	Certificación Platino	Certificación Oro	Certificación Plata
Comisionamiento fundamental de los sistemas energéticos del edificio	REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO
Desempeño energético mínimo	REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO
Gestión de refrigerante fundamental	REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO
Optimización del desempeño energético	8/21	7/21	5/21
Energía renovable en el sitio	0/4	0/4	0/4
Comisionamiento mejorado	2/2	0/2	0/2
Gestión de refrigerante mejorado	2/2	2/2	2/2
Medición y verificación: Edificios base	3/3	1/3	0/3
Medición y verificación: Submediciones de arrendatarios	3/3	3/3	3/3
Energía ecológica	2/2	0/2	2/2
Puntaje total	20/37	13/37	12/37

4.2.5. Comparativa del área materiales y recursos

El crédito Almacenamiento y recolección de reciclables es un requerimiento, todas las edificaciones han tenido que cumplirlo para luego poder obtener puntaje en los demás créditos, de la tabla 4.6. se puede deducir que las tres edificaciones cumplieron con el prerequisite.

El crédito Reutilización del edificio: Mantenimiento de paredes, pisos y techos existentes pide que se conserve la estructura del edificio existente en el sitio, en este caso las tres edificaciones obtuvieron un puntaje de cero porque todos los edificios fueron construidos desde cero.

El crédito Gestión de desechos de la construcción solicita reciclar elementos de la construcción y desarrollar el plan de gestión de desechos, se obtiene un punto por reciclar o rescatar el 50% de los materiales. De la tabla 4.6. se observa que solo dos edificaciones obtuvieron un punto y realmente reciclar 50% es un gran esfuerzo y un buen avance en el Perú.

El crédito Reutilización de materiales pide reutilizar materiales del edificio anterior, en este caso los tres edificios obtuvieron un puntaje de cero, posiblemente todos consiguieron el lugar como un terreno y por eso no había material que se pudieran reciclar, esto es muy común en el Perú.

El crédito Contenido reciclado otorga un punto si el 10% de los materiales son reciclados y dos puntos si el 20% de los materiales lo son. De la tabla 4.6. se puede observar que todos los edificios obtuvieron buen puntaje, se deduce que sí se puede construir un edificio utilizando materiales certificados como reciclados.

El crédito Materiales regionales otorga un punto si el 10% de los materiales son fabricados en la región (800 km) y dos puntos si es el 20%. En Lima y cerca a esta ciudad se producen diversos productos, tener un alcance de 800 km para elegir materiales otorga un buen radio de oportunidades. En la tabla 4.6. se observa que todos los edificios obtuvieron el puntaje completo.

El crédito Madera certificada exige que al menos el 50% del total de los materiales de madera a usarse en la edificación provengan de bosques certificados por el Consejo de Manejo Forestal. En la tabla 4.6. se puede observar que solo el edificio platino obtuvo el puntaje. El puntaje máximo es un punto, no es mucho, quizás por la dificultad de poder lograr este objetivo.

Tabla 4.6.

Comparación de créditos del área Materiales y recursos.

Edificios	Centro empresarial Leuro	Swiss Tower	Edificio Real 8
Tipo de certificación	Certificación Platino	Certificación Oro	Certificación Plata
Almacenamiento y recolección de reciclables	REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO
Reutilización del edificio: Mantenimiento de paredes, pisos y techos existentes	0/5	0/5	0/5
Gestión de desechos de la construcción	1/2	1/2	0/2
Reutilización de materiales	0/1	0/1	0/1
Contenido reciclado	2/2	2/2	1/2
Materiales regionales	2/2	2/2	2/2
Madera certificada	1/1	0/1	0/1
Puntaje total	6/13	5/13	3/13

4.2.6. Comparativa del área calidad ambiental interior

Los créditos Desempeño de la calidad mínima el aire interior, y Control de humo ambiental del tabaco (ETS) son requerimientos, todas las edificaciones han tenido que cumplirlo para luego poder obtener puntaje en los demás créditos opcionales. A diferencia de todas las otras áreas, en esta, cada criterio equivale a un punto.

El crédito Control del suministro de aire exterior propone poder controlar los sistemas de ventilación para promover el confort de los ocupantes. Así los ocupantes de la edificación pueden trabajar de forma tranquila y satisfactoria. En la tabla 4.7. se observa que los tres edificios obtuvieron el puntaje.

El crédito Mayor ventilación exige proporcionar ventilación adicional a la que se tiene con el aire exterior. En la tabla 4.7. se observa que las tres edificaciones obtuvieron el puntaje completo, las tres edificaciones en el área de Energía y atmósfera también obtuvieron el puntaje en el crédito Gestión de refrigerante mejorado, entonces, se puede deducir que las tres edificaciones poseen un sistema de ventilación propio.

El crédito Plan de gestión de la calidad del aire interior de la construcción: Durante la construcción exige diseñar un plan para mantener las medidas de control y ponerlo en práctica. En la tabla 4.7. se observa que todas las edificaciones obtuvieron el puntaje. Prácticamente se realizan medidas de seguridad que se deben tener en cuenta en cualquier edificación.

El crédito Materiales de baja emisión: Adhesivos y selladores exige que los materiales a utilizar contaminen mínimamente el aire interior. Estos productos sí se pueden encontrar en Perú, ya es decisión del cliente utilizarlos. En la tabla 4.7. se muestra que solo dos edificaciones obtuvieron el puntaje.

El crédito Materiales de baja emisión: Pinturas y revestimientos exige que los materiales a utilizar contaminen mínimamente el aire interior. Estos productos sí se pueden encontrar en Perú, ya es decisión del cliente utilizarlos. En la tabla 4.7. se muestra que solo dos edificaciones obtuvieron el puntaje.

El crédito Materiales de baja emisión: Sistema de pisos exige que los materiales a utilizar contaminen mínimamente el aire interior. Estos productos sí se pueden encontrar en Perú, ya es decisión del cliente utilizarlos. En la tabla 4.7. se muestra que solo dos edificaciones obtuvieron el puntaje.

El crédito Materiales de baja emisión: Productos de agrofibras y madera procesada exige que los materiales a utilizar contaminen mínimamente el aire interior. En la tabla 4.7 se muestra que ningún edificio logró obtener puntaje en este crédito, de todas formas, el puntaje era mínimo, un punto.

El crédito Control de fuentes de sustancias contaminantes y productos químicos en interiores exige minimizar la exposición de los ocupantes ante sustancias químicas peligrosas. Solo dos edificios de los tres analizados obtuvieron puntaje, el de certificación platino y el de certificación oro.

El crédito Controlabilidad de los sistemas: Confort térmico promueve que al menos el 50% de los ocupantes deben tener controles para el confort térmico en sus espacios a utilizar. En la tabla se muestra que ningún edificio logró obtener puntaje en este crédito.

El crédito Confort térmico: Diseño propone diseñar un sistema de climatización que pueda ser manejado por los ocupantes del edificio. La idea es un diseño sencillo para que los ocupantes del edificio lo usen, sirve para que el edificio sea sostenible en ese aspecto en el tiempo. En la tabla 4.7. se puede observar que solo dos edificaciones obtuvieron puntaje.

El crédito Iluminación natural y vistas: Iluminación natural exige que al menos el 75% de iluminación en los espacios ocupados habitualmente debe ser iluminación natural. Solo dos edificaciones obtuvieron puntaje, a pesar de que este criterio no es difícil de cumplir.

El crédito Iluminación natural y vistas: Vistas exige proporcionar vistas al exterior para el 90% de los espacios usualmente ocupados. Solo dos edificaciones obtuvieron puntaje, en este caso es necesario distribuir bien las zonas del edificio para poder obtener el puntaje en este crédito.

Tabla 4.7.

Comparación de créditos del área Calidad ambiental interior.

Edificios	Centro empresarial Leuro	Swiss Tower	Edificio Real 8
Tipo de certificación	Certificación Platino	Certificación Oro	Certificación Plata
Desempeño de la calidad mínima el aire interior	REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO
Control de humo ambiental del tabaco (ETS)	REQUERIDO	REQUERIDO	REQUERIDO
Control del suministro de aire exterior	1/1	1/1	1/1
Mayor ventilación	1/1	1/1	1/1
Plan de gestión de la calidad del aire interior de la construcción: Durante la construcción	1/1	1/1	1/1
Materiales de baja emisión: Adhesivos y selladores	1/1	1/1	0/1
Materiales de baja emisión: Pinturas y revestimientos	1/1	1/1	0/1

Material de baja emisión: Sistema de pisos	1/1	0/1	1/1
Material de baja emisión: Productos de agrofibras y madera procesada.	0/1	0/1	0/1
Control de fuentes de sustancias contaminantes y productos químicos en interiores	1/1	1/1	0/1
Controlabilidad de los sistemas: Confort térmico	0/1	0/1	0/1
Confort térmico: Diseño	1/1	1/1	0/1
Iluminación natural y vistas: Iluminación natural	1/1	0/1	1/1
Iluminación natural y vistas: Vistas	1/1	0/1	1/1
Puntaje total	10/12	7/12	6/12

4.2.7. Comparativa del área innovación de diseño

El crédito LEED Accredited Professional exige que al menos un miembro del proyecto de edificación debe ser certificado en LEED AP para aprovechar mejor los créditos y obtener el mayor puntaje posible. De la tabla 4.8. se observa que solo dos edificaciones obtuvieron puntaje, se deduce que estas dos sí contrataron a un miembro LEED AP.

Tabla 4.8.

Comparación de créditos del área Innovación de diseño.

Edificios	Centro empresarial Leuro	Swiss Tower	Edificio Real 8
Tipo de certificación	Certificación Platino	Certificación Oro	Certificación Plata
Innovación en diseño	1/1	0/1	1/1
LEED Accredited Professional	1/1	0/1	1/1
Puntaje total	6/6	5/6	6/6

4.2.8. Comparativa del área prioridad regional

LEED puede otorgar hasta cuatro puntos a las edificaciones que atiendan ciertos créditos que son importantes en la zona en donde están siendo construidos, de la tabla 4.9. se puede observar que solo dos edificaciones lograron el puntaje completo, y también se puede observar que los créditos con los cuales se otorga puntaje pueden ser diferentes según la edificación.

Tabla 4.9.*Comparación de créditos del área Prioridad regional.*

Edificios	Centro empresarial Leuro	Swiss Tower	Edificio Real 8
Tipo de certificación	Certificación Platino	Certificación Oro	Certificación Plata
Optimización del desempeño energético	0/1	1/1	1/1
Comisionamiento mejorado	0/1	-	-
Medición y verificación: Submediciones de arrendatarios	1/1	0/1	1/1
Paisajismo con eficiencia de agua	1/1	1/1	0/1
Tecnologías innovadoras para aguas residuales	1/1	1/1	-
Reducción del uso de agua	1/1	1/1	0/1
Puntaje total	4/4	4/4	2/4

4.3. Mejoras ambientales a partir del análisis de los créditos

Para el área Sitios sustentables los créditos Transporte alternativo: Acceso al transporte público, Transporte alternativo: Almacenamiento de bicicletas y vestuarios, Transporte alternativo: Vehículos con bajas emisiones y consumo eficiente de combustible, y Transporte alternativo: Capacidad de estacionamiento, todos deberían de tener dos puntos, en el Perú es muy accesible la idea de que el edificio se encuentre cerca de un paradero para transporte público, el estacionamiento de bicicletas no ocupa mucho espacio, las edificaciones siempre construyen estacionamientos y para cumplir el criterio de vehículos con bajas emisiones basta con otorgarles

la zona más cercana del estacionamiento, son criterios que se cumplen de forma sencilla, pero que son importantes de realizar. De todas formas, incluso edificios sin certificación realizan estas características para cumplir ciertas necesidades de los trabajadores, como que viajen en transporte público, que anden en bicicleta, el uso de carro, entre otros; debido a esto, el puntaje en esta área es alto, la idea de la certificación es otorgar mayor puntaje por realizar acciones diferentes a las realizadas en edificaciones no certificadas.

Los puntajes que se pueden obtener para el área de Eficiencia de agua son correctos, en primer lugar, porque son posibles y en segundo lugar porque los criterios son importantes. Es importante saber reutilizar el agua pluvial y el ahorro de agua potable, porque así con el paso del tiempo la edificación aporta al planeta al no generar mayor desgaste. El puntaje me parece correcto, incluso estaría bien que sean unos puntos más porque el agua es un elemento vital en el planeta. Por otro lado, que al ahorrar más porcentaje de agua se otorgue mayor puntaje es fantástico, porque así se exige un buen rendimiento del uso de agua.

Para el área Energía y atmósfera los criterios Optimización del desempeño energético y Energía renovable en el sitio poseen demasiado puntaje y se debe tener en consideración que el Perú no posee los sistemas necesarios para optimizar la energía en tanto porcentaje; sería importante adaptar un área tan importante según las necesidades y medidas de cada país, en este caso Perú.

Para el área Energía y atmósfera los criterios Medición y verificación: Edificios base y Medición y verificación: Submediciones de arrendatarios poseen demasiado puntaje, basta con otorgar un punto, es muy común en el Perú que todos los edificios tengan medidores según la zona del edificio, también es muy común que cada arrendatario posea su propio medidor para que así pague exactamente la cantidad de energía utilizada.

Para el área Materiales y recursos, es demasiado el puntaje para el crédito Reutilización del edificio: Mantenimiento de paredes, pisos y techos existentes, primero porque la probabilidad de construir un edificio desde cero es lo más usual, y segundo, porque de querer mantener las partes importantes del edificio existente se debe analizar la resistencia que poseen, la edad, la calidad, porque los edificios tienen un tiempo de vida.

En el resto de áreas, cada criterio otorga un punto, lo cual es coherente, debido a que son logros accesibles en diversos países; además, que valga un punto incita a las empresas constructoras a cumplir con cada criterio, haciendo así que la edificación abarque más características que permiten aportar a la sostenibilidad del planeta.

4.4. Tablas de resultados: Real Statistics

Para comparar utilizando el Real Statistics se han empleado tres criterios: (1) porcentaje materiales regionales, (2) porcentaje ahorro de energía, (3) porcentaje ahorro de agua.

Para analizar la tabla 4.10. se debe entender que si el p-valor es mayor a 0.05, entonces significa que ambos tipos de edificación aportan por igual, que son similares; en cambio, si el p-valor es menor a 0.05, entonces significa que ambos tipos de edificación tienen diferencias notorias.

Recordar que para que una edificación sea considerada platino ha debido obtener un puntaje total de 80 puntos o más, para que una edificación sea considerada oro ha debido obtener entre 60-79 puntos, y para que una edificación sea considerada plata ha debido obtener entre 50-59 puntos.

Recordar también que para la certificación LEED, el criterio de energía y atmósfera otorga como máximo 37 puntos, el criterio de eficiencia de agua otorga como máximo diez puntos, el criterio de materiales y recursos otorga como máximo trece puntos. Solo se mencionan estas tres áreas porque son las utilizadas para el comparativo usando Real Statistics.

Tabla 4.10.

Tabla resumen de todos los criterios.

CRITERIOS	F FISHER	P-VALOR	SIGNIFICANCIA
CRITERIO 1	1.648	0.245	
CRITERIO 2	5.931	0.022	*
CRITERIO 3	3.056	0.097	

Nota. Leyenda para significancia: < 0.05 *, <0.01 **, >0.05

Observando el primer criterio de la tabla 4.11. notamos que se está comparando las edificaciones tipo platino con las edificaciones tipo oro, luego las certificaciones tipo platino con las tipo plata, y por último las certificaciones tipo oro con las tipo plata, el p-valor para todas las filas es mayor a 0.05, lo cual significa que no existen diferencias notorias entre los tipos de edificación. El primer criterio analizado es *porcentaje de materiales regionales* (primer criterio), se analiza dentro del área LEED *materiales y recursos*. Para lograr obtener puntaje en esta etapa se deben utilizar materiales reciclados, tener una buena gestión de reciclaje para los desechos que generará la construcción del edificio, y utilizar materiales cuya fabricación sea cercana al edificio; obtener puntos en este criterio no es complicado y genera beneficios económicos, por eso la gran mayoría de edificaciones logra obtener puntaje acá, algunos edificios pueden obtener más puntajes que otros.

Tabla 4.11.

Tabla resumen de p-valor según el tipo de edificación.

Tipos de edificaciones comparadas		P-VALOR CRITERIO 1	P-VALOR CRITERIO 2	P-VALOR CRITERIO 3
PLATINO	ORO	0.110	0.309	0.194
PLATINO	PLATA	0.470	0.060	0.352
ORO	PLATA	1.000	0.040	0.093

Observando el segundo criterio de la tabla 4.11. notamos que se está comparando las edificaciones tipo platino con las edificaciones tipo oro, luego las edificaciones tipo platino con las tipo plata, y por último las certificaciones tipo oro con las tipo plata, el p-valor para las dos primeras filas es mayor a 0.05, lo cual significa que no existen diferencias notorias entre los tipos de edificación, pero en la comparativa de la última fila se observa que el p-valor es menor que 0.05, lo cual indica que existen diferencias entre las edificaciones de oro y plata. El segundo criterio analizado es *porcentaje de ahorro de energía* (segundo criterio), se analiza dentro del área LEED *energía y atmósfera*. Para lograr obtener puntaje en esta etapa se deben utilizar sistemas y tecnología que ayuden al ahorro de energía eléctrica, desde focos ahorradores hasta una arquitectura que permita la entrada de luz en las mañanas, energía renovable, una buena optimización de la energía; obtener puntos en este criterio genera beneficios económicos a largo plazo. Pero la diferencia entre oro y plata y por lo cual el p-valor salió menor a 0.05 puede ser debido a que para poder cumplir con el requisito de tener certificación plata conlleva obtener muchos menos puntos que la certificación oro, y en el criterio de *porcentaje de ahorro de energía* se obtienen más puntos mientras más energía se ahorre, y para cada vez ahorrar más energía también se necesita el uso de aparatos eléctricos y aquello requiere mayor gasto económico.

Observando el tercer criterio de la tabla 4.11. notamos que se está comparando las edificaciones tipo platino con las edificaciones tipo oro, luego las certificaciones tipo platino con las tipo plata, y por último las certificaciones tipo oro con las tipo plata, el p-valor para todas las filas es mayor a 0.05, lo cual significa que no existen diferencias notorias entre los tipos de edificación. El tercer criterio analizado es *porcentaje de ahorro de agua* (tercer criterio), se analiza dentro del área LEED *eficiencia de agua*. Para lograr obtener puntaje en esta etapa se debe obtener el mayor porcentaje de ahorro de agua posible, como reutilizar el agua de lluvia, caños ahorradores de agua, una planta de tratamiento de aguas residuales para edificios. Una razón por la cual puede ocurrir que el p-valor es mayor a 0.05 es que las diferencias de porcentaje de ahorro de agua entre un tipo de edificación a otra no son excesivamente diferentes en la mayoría de casos.

Tanto en el criterio de *energía y atmósfera y eficiencia de agua* se obtiene más puntaje a mayor ahorro, pero en el cuadro comparativo se observa que en la última fila para el criterio *porcentaje de ahorro de energía* (criterio 2) el p-valor es menor a 0.05, lo cual significa que existen diferencias entre ambas edificaciones, es una comparativa entre edificaciones oro y plata, la diferencia se da porque un tipo de edificación tiene mayor puntaje que el otro tipo de edificación, esto puede ser porque un tipo de edificación ahorra más energía que el otro tipo de edificación. Es coherente que a menos nivel de certificación los puntajes en el criterio de energía y atmósfera disminuyan y que los puntajes en el criterio de eficiencia de agua se mantengan parecidos porque como mencioné, la primera área tiene un máximo de 28 puntos y la segunda área tiene un máximo de diez puntos, entonces es más lógico que la edificación plata haya decidido obtener menos puntaje en el criterio de energía y atmósfera, además, los grupos electrógenos y demás que hacen que se ahorre mucho más la energía implica un mayor gasto económico que no todas las empresas están dispuestas a pagar.

Ver tabla X (anexo 3), ver tabla XI (anexo 3), ver tabla XII (anexo 3), ver tabla XIII (anexo 3), ver tabla XIV (anexo 3), ver tabla XV (anexo 3), ver tabla XVI (anexo 3), ver tabla XVII (anexo 3), ver tabla XVIII (anexo 3), ver tabla XIX (anexo 3), ver tabla XX (anexo 3), ver tabla XXI (anexo 3), ver tabla XXII (anexo 3), ver tabla XXIII (anexo 3), ver tabla XXIV (anexo 3). Todas las tablas mencionadas anteriormente muestran las pruebas realizadas para obtener los p-valor mencionados en las tablas 4.10. y 4.11. líneas arriba.

4.5. Discusión de resultados

En EEUU la certificación LEED se utiliza en varios estados, no todos son abruptamente urbanizados como Nueva York, en muchos estados aún existen casas en un gran mayor porcentaje o existe una importante distancia entre cada edificación; sin embargo, en el Perú, prácticamente todo se centraliza en la capital, Lima, generando que más del 60% de edificaciones con certificación LEED se hayan desarrollado ahí. Como es sabido, la certificación LEED fue desarrollada en base a los estándares y características de los EEUU y no se han realizado cambios para cada país diferente que haya querido utilizar la certificación; entonces, por ejemplo, el puntaje del crédito *Selección del sitio* en el área *Sitios sustentables* pide construir la edificación en una zona urbana, en varias localidades de EEUU sí puede ser provechoso, pero en Perú no tanto.

Por otro lado, el costo de la certificación LEED es el mismo independientemente del país en donde se va a realizar la construcción, aquello no es fructífero, en primer lugar, porque la moneda que EEUU maneja son dólares y en el Perú se usa el sol, entonces se tiene que convertir la moneda, y el dólar está mejor evaluado que el sol, por ende, debido a no ser la moneda local, a muchos les puede parecer un gasto fuerte. Además, en Perú hay zonas donde el metro cuadrado tiene un costo muy elevado y zonas donde el metro cuadrado tiene un costo muy bajo, uno como empresa es mucho más probable que elija construir en un lugar donde el metro cuadrado cueste más porque

las personas están acostumbradas a pagar precios más altos y así recuperar la inversión hecha al obtener la certificación LEED; sin embargo, en zonas donde las personas solo quieren tener un lugar dónde vivir y ahorrar lo más posible, probablemente tener la certificación LEED y todo el gasto del mantenimiento que aquello conlleva, no les va a resultar beneficioso económicamente.

La certificación LEED también solicita que la edificación se encuentre cerca a paraderos para fomentar el uso de transporte público, pero Perú se encuentre entre los países con mayor tráfico, esto genera que exista mucho ruido, por ende, tener una edificación cerca de avenidas principales no es tan beneficioso, además, puede crear malestar en los ocupantes y esto haría que los ocupantes disminuyan su efectividad en general. En EEUU existen ambos extremos, ciudades ruidosas al igual que Lima y ciudades más tranquilas y silenciosas, por ende, es ventajoso según el estado.

Para que la edificación se pueda desarrollar después de la construcción como un edificio verde, sus ocupantes deben saber aprovechar las características que el edificio posee, la certificación LEED pide que se les dé instrucciones a los ocupantes y ayudarlos, pero es cierto que con el pasar del tiempo los ocupantes varían y no necesariamente la constructora está obligada a realizar clases siempre para enseñar las características. Otro ejemplo, es que no todos los ocupantes saben mantener los sistemas de ventilación. En EEUU es más común que una empresa contrate personal para que constantemente se les enseñe a sacar beneficio de las características eco-amigables. Acá en el Perú contratar personal extra para mantener las características como edificio verde implica un costo adicional mensual.

También se fomenta las zonas comunes para poder relajarse o compartir con los demás ocupantes, en el Perú existen zonas comunes para compartir trabajos o reuniones y se tienen zonas comunes para leer, relajarse o recrearse. En EEUU cierta cantidad de empresas posee zonas recreativas y contratan personal para enseñarles a los ocupantes a mantenerse relajados, haciendo así que el

buen uso y los buenos impactos se sigan produciendo post-construcción. En el Perú no es común en todas las empresas contratar personal para que sus trabajadores se mantengan felices y relajados.

Los resultados obtenidos son consistentes según Portela (2010) que menciona que gracias a la certificación LEED se logra reducir en grandes porcentajes el consumo de agua y el consumo de electricidad, esto solo cumpliendo los prerequisites, y se puede ahorrar aún más el consumo de agua como de luz de cumplir varios criterios. Al buscar un mayor puntaje en la certificación, se logran mejores impactos para el planeta.

Lo que comenta Cañón (2018) es consistente con los resultados obtenidos, Cañón comenta que la idea de un edificio sostenible es el uso eficiente de agua, energía, materiales y demás, para así garantizar la disminución de desperdicios y proteger al medio ambiente. Los edificios analizados cumplen criterios que van de acuerdo con la idea de edificio sostenible de Cañón, criterios que otorgan puntos para así obtener la certificación LEED, y LEED menciona que los edificios que han obtenido su certificación son edificios sostenibles, por ende, es coherente el resultado.

Como menciona Ruiz (2017), el edificio Leuro es el primer edificio certificado platino en el Perú, con 82 puntos de 110, esto demuestra que el Perú está en la capacidad de cumplir con varios criterios para que un edificio sea lo más sostenible posible. Depende de cada empresa cuán sostenible desea que sea el edificio, por eso se puede observar que los tres edificios analizados poseen diferentes puntajes.

Pero también se debe tener en cuenta lo que comenta Sanchez-Bayo (2021) que los criterios de la certificación LEED están enfocados en el sistema americano, esto es coherente porque existen criterios que las edificaciones en Perú no han podido cumplir porque el sistema no está adaptado

a las necesidades de este país, aparte que la eficiencia y la productividad serían mucho mayor con métricas locales.

Con los p-valores se demuestra que prácticamente no existe diferencia significativa, entre edificaciones con diferente certificación, para las principales áreas de un edificio sostenible, claramente a mayor puntaje un edificio sí es más sostenible, pero no son diferencias amplias, como menciona Macías (2022), los diferentes niveles de certificación es más una cuestión de marketing, por el hecho de mencionar que un edificio es platino, una persona puede pensar que es mucho más superior que un edificio oro, pero a largo plazo, los resultados prácticamente son los mismos porque no existen diferencias notorias.



CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se obtiene como conclusión que un edificio con certificación LEED ayuda a la sostenibilidad para el ambiente, además, también evita que se generen ciertos impactos negativos. Por ejemplo, el ahorro de energía y de agua evitan impactos negativos en el medio ambiente, no se malgasta ni el agua ni la luz y así generamos conciencia y estabilidad para generaciones futuras; los espacios recreativos y las entradas de luz natural generan impactos positivos en los trabajadores, sentirse mejor, más productividad. Es importante que un edificio genera impactos importantes en diversos aspectos.

Se recomienda que sería más beneficioso para el Perú si la certificación LEED adaptara sus criterios según el país donde será evaluada una edificación, como sus sistemas de medida, la posible tecnología a obtener, los lugares certificados de los cuales se pueden obtener materiales, así cada país tendría más facilidad de cumplir con más criterios, además de lograr mayor eficiencia en el uso de la edificación. Las zonas de construcción, el clima según el lugar donde se construirá, el tipo de suelo, y más, existen muchas variables que no solo se pueden medir según parámetros estadounidenses. También se recomienda que, así como los criterios deben ser adaptados a cada país, también los puntajes de cada criterio deben ser adaptados para cada país, porque cada país tiene sus normas, leyes, costumbres e infraestructura, y la idea de los puntajes es que una edificación realice implementos extras a las normas bases de cada país.

Se concluye que un mejor rango de certificación LEED implica tener un mayor puntaje, lo cual significa haber cumplido más criterios para obtenerlo, entendiendo que cada criterio suma a apoyar a la sostenibilidad. Entender también que no existen diferencias significativas entre diferentes tipos de certificación, entonces se recomienda optar por cualquiera de los cuatro tipos de certificación

para generar un avance en la sostenibilidad. Se concluye que para que un edificio logre obtener la certificación LEED no necesariamente debe cumplir con los criterios que resultan más importantes de la certificación y que apoyan más al medio ambiente, pero, a pesar de eso, de todas formas, un edificio simplemente certificado ayuda en los impactos ambientales generados. Siempre se recomienda cumplir con más criterios, en consecuencia, se obtendrá más puntaje, y un mejor nivel de certificación genera mejor reputación. Como conclusión se tiene que un edificio con certificación LEED sí puede considerarse como un edificio verde, sostenible, sustentable. Entendiendo que un edificio verde implica eficiencia en la etapa de la construcción, en la parte material, y también bienestar de los ocupantes de dicho edificio a lo largo del tiempo. Es importante que cada aspecto de la edificación produzca beneficios.

Se puede inferir que los criterios de la certificación LEED son válidos y útiles, todos los criterios ayudan con aportar un buen ambiente, pero no todos los puntajes colocados a cada criterio pueden ser eficaces, por ejemplo, el área de Sitios Sustentables podría tener menor puntaje por ser criterios sencillos de cumplir; con la certificación se busca premiar con puntaje las acciones que exijan un poco más cumplirlas. Variar el puntaje de criterios puede suponer añadir más criterios a una misma área para cumplir más objetivos, o también, disminuir puntajes de un área para añadir a otra área ya existente, o incluso, crear un área más con nuevos criterios, por ejemplo, no se analiza cómo afecta el desarrollo de la edificación con edificaciones vecinas.

BIBLIOGRAFÍA

- “*La Ingeniería Civil y sus efectos en el Desarrollo Sostenible*». (2013, 8 julio). Intelecto Mañanero. <https://intelectomananero.wordpress.com/la-ingenieria-civil-y-sus-efectos-en-el-desarrollo-sostenible/>
- ¿*Cómo conseguirá la sostenibilidad salvar el planeta?* (s. f.).
<https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/que-es-la-sostenibilidad/>
- LEED rating system* | U.S. Green Building Council. (s. f.). <https://new.usgbc.org/leed>
- USGBC | U.S. Green Building Council. (s. f.). <https://new.usgbc.org/>
- Gruppe, H. (2015). *Ventajas y desventajas de la certificación LEED*. Hildebrandt.
<http://www.hildebrandt.cl/ventajas-y-desventajas-de-la-certificacion-leed/>
- Edificaciones sustentables, ahora es el momento* - Cooperativa.cl. (2018, 8 junio).
<https://opinion.cooperativa.cl/opinion/economia/edificaciones-sustentables,ahora-es-el-momento/2018-06-08/063621.html>
- Centro empresarial Leuro. (s. f.). <http://centroempresarial-leuro.com/>
- BREEAM®. *el certificado de Construcción Sostenible*. (2024, 17 septiembre). BREEAM® ES.
<http://www.breeam.es/#>
- De la Torre, José. (2015). *Criterios de sostenibilidad en las certificaciones LEED, BREEAM y VERDE para el uso de pinturas, recubrimientos y TVOCs en edificación* (tesis de pregrado). Universidad de Vigo, España, p.119.

- Cabellos, Diego. (2018). *Herramientas y criterios de evaluación de la calidad en la edificación*. Universidad Politécnica de Madrid, España, p. 91.
- Renzo, P. (2010). *Sostenibilidad en la edificación*. Universidad de Vigo, España, p.20.
- Macías, M., Navarro, J. (2010). Metodología y herramienta VERDE para la evaluación de la sostenibilidad en edificios. *Informes de la construcción, volumen 62*, 87-100. doi: 10.3989/ic.08.056
- USGBC. (2017). *Guía de Conceptos Básicos de Edificios verdes y LEED (Core Concepts and LEED Guide)*. Estados Unidos, p. 118.
- Bogaerts, M. (2013). *Guía de referencia para el diseño y la construcción de edificios*. USGBC, Estados Unidos, p.817.
- Rivera, Zulay & Sepulveda, Jaime. (2012). *Influencia de los requerimientos del sistema leed en los costos directos de edificaciones – Caso construcción nueva sede Isagen en la ciudad de Medellín* (tesis de pregrado). Universidad de Medellín, Colombia, p. 172.
- Gómez, David. (2012). Certificación sostenible de edificios según LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). *Eficiencia energética en edificios. Implicaciones de la nueva Directiva Europea* (p. 145-149). Los Ángeles, Estados Unidos.
- Portela, J. (2010). *La Certificación LEED, como cumplir con un conjunto de normas para la sostenibilidad en el proyecto de ingeniería*, España, p. 8.
- Montoya, Estefany. (2014). *Prácticas sostenibles en la construcción de edificaciones* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, p. 93.

- Rocha-Tamayo, E. (2011). *Construcciones sostenibles: materiales, certificaciones y LCA*, Nodo, volumen 6, Colombia, p. 99-116.
- Brown, C., Gorgolewski, M. (2014). Assessing occupant satisfaction and energy behaviours in Toronto's LEED gold high-rise residential buildings. *International Journal of Energy*, volumen 8, 492-505. doi: 10.1108/IJESM-11-2013-0007
- Solano, J. A. V., & Barriga, J. E. C. (2018). El valor agregado de un sistema de gestión ambiental más allá de la certificación. *Bistua Revista De La Facultad De Ciencias Basicas*, 16(1), 86-91.
- Lecca Díaz, G. K., & Prado Canahuire, L. A. (2019). Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: edificio en el distrito de Santa Anita-Lima.
- Moreno, L. M. V. (2019). Construcciones sostenibles, impactos ambientales. *Revista nodo*, 14(27), 86-95.
- Malaver Gómez, P. A. Beneficios de las certificaciones de sostenibilidad LEED, edificio Kubik Virrey I y II.
- Varona Chavez, L. G. Estudio comparado del desempeño ambiental, mediante la Certificación LEED, de un edificio. Estudio del caso del Complejo Centenario de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Martínez Vera, M. (2020). La certificación LEED a través de sus edificios. El edificio LUCIA.

- Casas-Toris, U. J., Carrillo-Arteaga, A. N. J., & Rodríguez-Aguilar, R. M. (2020). Revisión crítica de sustentabilidad o sostenibilidad, en literatura sobre ciudades inteligentes. *Revista CoPaLa. Construyendo Paz Latinoamericana*, (9), 67-90.
- Amato, C. N. (2019). Revisión bibliográfica sobre sustentabilidad y Ética organizacional: Actores relevantes. *Ciencias administrativas*, (13), 55-67.
- Guerrero, P., & Sánchez, J. Theoretical Review of the Physical Characteristics and the Carbon Footprint of the Wood in Structural Applications Revisión Teórica de Características Físicas y de la Huella de Carbono de la Madera en Aplicaciones Estructurales.
- Sánchez-Bayo González, P. (2021). Certificaciones sostenibles. Soluciones locales a un reto global.
- Bazalar La Puerta, L. R., & Cadenillas Calderón, M. A. J. (2019). Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras aperticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental.
- Rodríguez Indaburo, J. P. Edificaciones sostenibles a partir del modelado de la información de la construcción (BIM).
- Rinaldi Urieles, Á. (2023). La sostenibilidad ambiental en la gestión de proyectos de construcción.
- Luna García, B. K., & Bustillos Huamán, J. V. (2021). Propuesta de mejora en el proceso de clinkerización para reducir la contaminación ambiental en Lima.
- Quispe Humpire, L. T., Díaz Calderón, L. M., Maquera Ccapacca, C. E., & Boluarte Siles, D. A. Plan de implementación de construcción sostenible y certificación ambiental en un edificio mixto-Cusco.

Rivera Pinto, A. A. (2023). Análisis de factibilidad de implementación de la certificación LEED en viviendas en altura.

Matos Vivanco, R. A. (2022). Estudio de la Certificación Leed como Filosofía de Construcción para Edificaciones Sostenibles en la Ciudad de Huancayo-Region Junin 2020.

Correa, K., Avalos, G., Cubas, F., De la Cruz, G., & Díaz, A. (2023). Orientaciones para el análisis del clima y determinación de los peligros asociados al cambio climático. Nota Técnica N° 001-2019/SENAMHI/DMA (marzo 2023).

Tena, E. D. M., & Hernández, A. J. (2014). Nuestro medio ambiente: cápsulas facilitadoras para su aprendizaje en la realidad dominicana.

Duarte, C. M., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo Buendía, M., ... & Valladares, F. (2006). Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. CSIC. Consejo superior de investigaciones científicas.

LIZCANO, K. L. G. (2017). EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y CERTIFICACIONES EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE ENTRE LAS CIUDADES DE SAO PAULO, BRASIL, Y BOGOTÁ, COLOMBIA.

Caputi, J., & Henry, K. (2014). REUTILIZACIÓN Y/O RECICLAJE DE LOS MATERIALES RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL Y LA VÍA A SAMBORONDÓN, MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE ACOPIO Y POSTERIOR PROCESAMIENTO (Bachelor's thesis).

Báez Méndez, M. G., & Ordoñez Landaeta, J. M. Evaluación del estado de sostenibilidad del edificio de aulas "Luís Damiani" de la Ciudad Universitaria de Caracas a través de los sistemas internacionales de evaluación BREEAM, LEED, HQE Y DGNB (Doctoral dissertation).

Fierro Rueda, F. J., & Tabares Ibarra, F. S. Evaluación de la sustentabilidad del edificio del Instituto de Medicina Experimental de la Facultad de Medicina, de la Universidad Central de Venezuela, mediante los sistemas de certificación internacionales BREEAM, DGNB, HQE Y LEED (Doctoral dissertation).

León Arévalo, K. Y. (2018). Análisis de los diferentes sistemas de certificación en construcción sostenible a nivel mundial y sus perspectivas de aplicación y cumplimiento en Colombia.

Tavares Iantorno, I. (2016). Estudio comparativo de las certificaciones Green Building en edificios para la validación óptima del sistema de certificación AQUA de Brasil (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Mosciatti Jofré, L. A. (2016). Análisis comparativo y aplicabilidad sobre el consumo y demanda de energía para edificios de distintas certificaciones de construcción sustentable en Chile.

Pedroso, M. P., Pilar, C. A., & Vedoya, D. E. (2014). Certificación energética. Análisis comparativo de normativas. Factibilidad de aplicación en edificios en altura de las ciudades de Resistencia y Corrientes.

- Morales Flores, A. K. (2022). Análisis de parámetros que contribuyen a una construcción eco-eficiente con respecto al diseño estructural, uso de energía y gestión de materiales para edificaciones en el Distrito Metropolitano de Quito (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).
- García Muñoz, E. (2023). Certificación BREEAM®. Casos en los que es más favorable y cómo evitar el green washing (Doctoral dissertation, ETSI_Energia).
- Yuquilema, P. A. P., & Valdez, D. E. S. (2020). Evaluación de la movilidad barrial a través de indicadores de sustentabilidad. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 5(10), 963-986.
- Zuluaga Rojas, A. M. (2021) Ingeniería civil, liderazgo y certificación LEED.
- Mihelcic, J., Zimmerman, J. (2012). Ecocidio en México: la batalla final es por la vida. Grijalbo.
- Mosquera Flores, O. (2018). La educación y calidad ambiental en el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos en la ciudad de Huacrachuco 2018.
- Ayala Sánchez, P. A., & Peña Pardo, M. D. (2017). Análisis de la inclusión del Sistema Leadership in Energy Environmental Design LEED en la ciudad de Bogotá durante el periodo 2008-2015.
- Re, M. G., & Blasco Lucas, I. A. (2009). Análisis normativo en dos categorías del método LEED. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 13.

USGBC Releases the Top 10 States for LEED, Recognizing Leaders Committed to More Sustainable and Resilient Buildings, Cities and Communities | U.S. Green Building Council. (2020b, enero 22). <https://www.usgbc.org/articles/usgbc-releases-top-10-states-leed-recognizing-leaders-committed-more-sustainable-and>

U.S. Green Building Council Announces Top 10 Countries and Regions for LEED Green Building | U.S. Green Building Council. (2019, 13 febrero). <https://www.usgbc.org/articles/us-green-building-council-announces-top-10-countries-and-regions-leed-green-building>

De Leon Staff Reporter, B. J. P. (2018, 29 octubre). World's most sustainable building can now be found in Dubai. *Business – Gulf News*. <https://gulfnews.com/business/worlds-most-sustainable-building-can-now-be-found-in-dubai-1.1197814>

Lr, E., & Lr, E. (2023, 24 septiembre). Precio de viviendas en Lima en el 2023: ¿cuánto cuestan según metro cuadrado y distrito? *La República.pe*. <https://larepublica.pe/economia/2023/03/08/precios-de-viviendas-subieron-en-lima-cuanto-cuestan-segun-metro-cuadrado-y-distrito-precio-casas-departamentos-atmp-691344>

Londoño García, J. C. (2009). Un edificio verde es un edificio inteligente.

Stakeholders. (2010, 26 julio). *Roche recibe certificación LEED-Oro por implementación de oficinas Green*. Stakeholders. <https://stakeholders.com.pe/noticias-sh/roche-recibe-certificacion-leed-oro-por-implementacion-de-oficinas-green/>

Gestión. (2014, 25 abril). *Perú ya tiene su primer edificio con certificación LEED*. ADI PERÚ.

<https://adiperu.pe/noticias/peru-ya-tiene-su-primer-edificio-con-certificacion-leed/>

Moreno Flórez, D. R. (2018). Propuesta para la estructuración financiera y técnica de un edificio de oficinas certificado LEED en Bogotá.

Rivera Casas, K. R. (2019). Centro empresarial para la productividad laboral en el distrito de San Isidro.

PuntoEdu. (2017, 25 septiembre). *Edificios ecoamigables de la PUCP*. PuntoEdu PUCP.

<https://puntoedu.pucp.edu.pe/noticia/edificios-ecoamigables-de-la-pucp/>

NOSPUCP. (2022, 20 mayo). *NOS, la edificación de la PUCP que cuida el medioambiente*.

Portal Administrativo PUCP. <https://administrativo.pucp.edu.pe/noticias/nos-la-edificacion-de-la-pucp-que-cuida-el-medio-ambiente/>

Certificación LEED - Clima de cambios. (2022, 31 marzo). Clima de Cambios.

<https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/la-pucp-frente-al-cambio-climatico/medidas-dentro-del-campus/certificacion-leed/>

Malaver Jaramillo, N. P., & Ortiz Esguerra, N. F. (2018). Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en Colombia.

Campos-Sánchez, F. S., Abarca-Álvarez, F. J., & Domingues, A. (2018). Sostenibilidad, planificación y desarrollo urbano. En busca de una integración crítica mediante el estudio de casos recientes. ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno.

Alarcón Del Aguila, I., & Alarcon Del Aguila, J. D. (2023). Evaluación comparativa de criterios de sostenibilidad para edificaciones multifamiliares a nivel de certificación Edge y leed con un menor costo en la vida útil respecto a un proyecto tradicional en la ciudad de Cusco-2022.

Anzola Plazas, A. (2022). Análisis de impacto de las estrategias de marketing verde en el mercado inmobiliario-caso Compañías Constructoras Bogotá.

Cirilo Yactayo, J. M., & Cuyubamba Soto, A. G. Análisis de sostenibilidad y propuesta de mejora de una institución educativa privada: Estudio de caso del colegio Salesiano San Francisco de Sales en Breña.

MACÍAS DELGADO, C. A. (2022). PROPUESTA DE VIVIENDA SOSTENIBLE PARA CERTIFICACIÓN EN BASE A CRITERIOS LEED-HOME (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum).

Murillo Gonzalez, L. F. Implementación de sistema LEED como aporte ambiental para el control de erosión, sedimentos y escorrentías durante y postconstrucción del Edificio Torre Uno 93-Bogotá DC.

Vásquez Jugo, L. R., & Cuadros Zuñiga, S. A. T. (2023). Diagnóstico orientado a la implementación de certificación LEED en universidades privadas para mejorar el confort y disminuir el impacto ambiental en la ciudad de Tacna, año 2023.

- Martínez, M., Villalba, D., Misle, R., Rey, E., & Páez, H. (2019). Análisis de viabilidad ambiental y de costos al implementar la certificación LEED. *Revista ingeniería de construcción*, 34(1), 99-110.
- Takayama Bravo, E. N. (2021). Propuesta de remodelación del estadio Elías Aguirre, utilizando criterios de certificación LEED, Chiclayo–2021.
- PuntoEdu, R. (2024, 10 mayo). *En el 2023, la pobreza en el Perú llegó a 29%: ¿por qué se ha dado este incremento y qué debió hacerse?* PuntoEdu PUCP.
<https://puntoedu.pucp.edu.pe/coyuntura/2023-pobreza-29-por-que-incremento-y-que-debio-hacerse/>
- Pineda, S. (2017). Efecto del crecimiento económico en la pobreza en Ecuador. *Revista Económica*, 3(1).
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 29(3), 234-254.
- World Green Building Council (10 de mayo de 2024). Sustainable Building Certifications.
<https://worldgbc.org/sustainable-building-certifications/>
- Nolasco, E. M. (2024, 29 marzo). Precio de viviendas en Lima al alza: Metro cuadrado ha subido en S/1.015 en los últimos cinco años. *Infobae*.
<https://www.infobae.com/peru/2024/03/27/lima-mas-cara-metro-cuadrado-ha-subido-en-s1015-en-los-ultimos-cinco-anos/>
- Cajas Monier, A. R. (2024). Estudio sostenible de un edificio de 20 pisos enfocado en la certificación leed v4. 1 para edificaciones existentes: operaciones y mantenimiento.

Martínez, L. M. (2020, 2 julio). Construcción sostenible: Certificado LEED y el agua. *iAgua*.

<https://www.iagua.es/blogs/luis-martin-martinez/construccion-sostenible-certificado-leed-y-agua>

Psychological scales (2023) Is ANOVA with or without replication different?

Zar. J. H. (2010) Biostatistical analysis 5th Ed. Pearson

Howell, D. C. (2010) Statistical methods for psychology (7th ed.). Wadsworth, Cengage Learning.

Muñoz, C., Zaror, C., Saelzer, G., & Cuchí, A. (2012). Estudio del flujo energético en el ciclo de vida de una vivienda y su implicancia en las emisiones de gases de efecto invernadero, durante la fase de construcción Caso Estudio: Vivienda Tipología Social. Región del Biobío, Chile. *Revista de la construcción*, 11(3), 125-145.

García Vallejo, E. F. (2024). *Huella de Carbono en proceso de construcción vial, caso de estudio Vía San Alfonso–Santo Domingo* (Master's thesis, Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo).

ANEXOS



Anexo 1

Tabla I

Sitios sustentables.

Criterio	Puntaje	Explicación
Prevención de la polución de la construcción	prerrequisito	Implementar un plan de control de sedimentación y erosión para reducir la contaminación ocasionada por las actividades de construcción.
Selección del sitio	1	El sitio elegido en donde se va a construir debe ayudar a reducir impactos y se deben evitar lugares inapropiados.
Densidad de desarrollo y conectividad con la comunidad	5	Realizar la construcción en un área ya urbanizada para preservar hábitats y recursos naturales existentes, además la infraestructura se puede desarrollar más fácilmente.
Reurbanización de terrenos abandonados	1	Desarrollar un plan para corregir los problemas ambientales del sitio o construir en un terreno definido como abandonado.
Transporte alternativo: Acceso al transporte público	6	La construcción debe estar cerca a los sitios con acceso a transporte público para así evitar el uso de automóviles propios.
Transporte alternativo: Almacenamiento de bicicletas y vestuarios	2	Implementar un estacionamiento para bicicletas para los ocupantes del edificio, esto para reducir la contaminación evitando el uso de automóviles.
Transporte alternativo: Vehículos con bajas emisiones y consumo eficiente de combustible	3	Diseñar un estacionamiento, cerca de la entrada principal, para vehículos con bajas emisiones y consumo eficiente de combustible.

Transporte alternativo: Capacidad de estacionamiento	2	No proporcionar más estacionamientos de los que solicita la norma para así evitar el uso de automóviles y promover el uso de vehículos compartidos.
Desarrollo del sitio: Protección o restauración del hábitat	1	Se pide conservar las áreas naturales existentes y restaurar las dañadas.
Desarrollo del sitio: Maximización del espacio abierto	1	Diseñar espacios con vegetación para así lograr reducir la huella de carbono de edificio.
Diseño de ingeniería hidráulica: Control de cantidad	1	Implementar un plan para poder aprovechar al máximo las aguas pluviales, como recolectarla en tanques para reutilizarla después o que llegue directamente a zonas donde haya vegetación.
Diseño de ingeniería hidráulica: Control de calidad	1	Instalar dispositivos para capturar la escorrentía y poder tratarla para luego utilizarla.
Efecto isla de calor: Sin techo	1	Reducir impactos provocados por la luz del sol, por ejemplo, plantar vegetación para producir sombras y que esta absorba la luz solar, también se puede utilizar materiales que reflejen la luz solar en lugar de absorberla.
Efecto isla de calor: Techo	1	Reducir los impactos provocados por la luz del sol utilizando techos con alto valor de SRI o colocar vegetación en el techo de la edificación.
Reducción de la contaminación luminosa	1	Minimizar el uso de energía luminosa y diseñar la edificación para saber aprovechar la luz natural a toda hora.
Pautas de diseño y construcción para el arrendatario	1	Enseñar a los ocupantes las características sostenibles de la edificación y brindarles información sobre cómo pueden aprovechar al máximo estas características para reducir impactos negativos en el ambiente.

Tabla II*Eficiencia de agua.*

Criterio	Puntaje	Explicación
Reducción del uso de agua	prerrequisito	Utilizar eficientemente el agua para así reducir su uso, además se reduce la carga de suministro de agua municipal.
Paisajismo con eficiencia de agua	4	Limitar el uso de agua potable y no utilizar el agua potable para el riego de plantas.
Tecnologías innovadoras para aguas residuales	2	Reducir el consumo de agua potable e instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales en el sitio.
Reducción del uso de agua	4	Utilizar eficientemente el agua para así reducir su uso, además se reduce la carga de suministro de agua municipal.

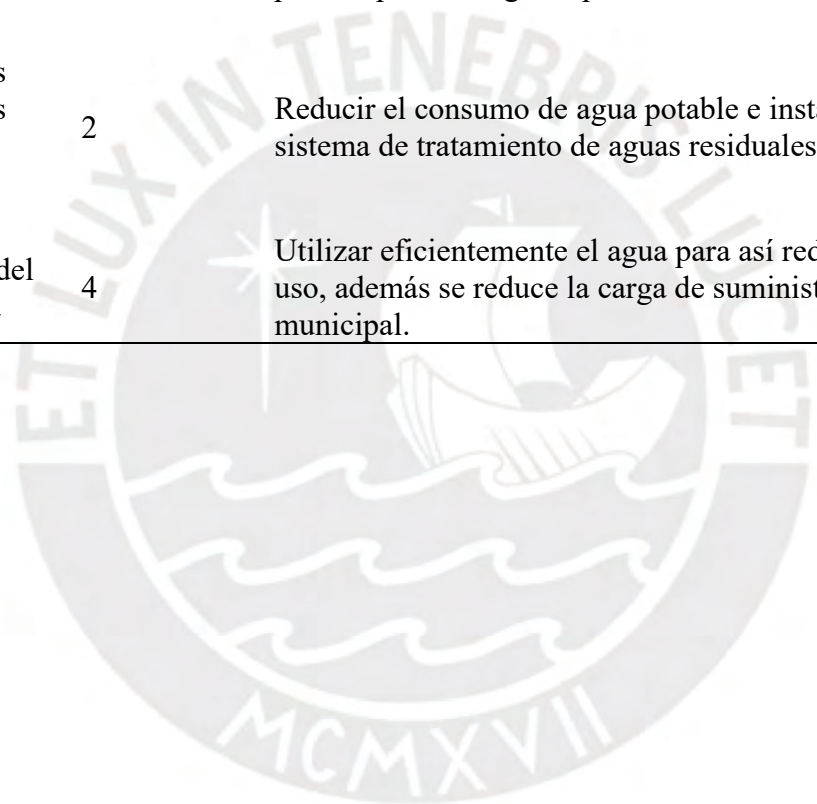


Tabla III*Energía y atmósfera.*

Criterio	Puntaje	Explicación
Comisionamiento fundamental de los sistemas energéticos del edificio	prerrequisito	Verificar la instalación y el buen funcionamiento de los sistemas de energía.
Desempeño energético mínimo	prerrequisito	Establecer el nivel mínimo de eficiencia de energía para el edificio y los sistemas propuestos con el fin de reducir los impactos ambientales y económicos.
Gestión de refrigerante fundamental	prerrequisito	No utilizar refrigerantes a base de CFC.
Optimización del desempeño energético	21	Obtener niveles más altos de los estándares en el desempeño de energía, mayores niveles que los del prerrequisito de Desempeño energético mínimo.
Energía renovable en el sitio	4	Instalar sistemas de energía renovable en el sitio.
Comisionamiento mejorado	2	Comenzar el proceso de comisionamiento desde la etapa de diseño del edificio.
Gestión de refrigerante mejorado	2	No usar refrigerantes o utilizar refrigerantes que disminuyan los impactos del cambio climático.
Medición y verificación: Edificios base	3	El edificio debe poseer equipos de medición de energía.
Medición y verificación: Submediciones de arrendatarios	3	Cada arrendatario debe poseer equipos de medición.

Energía ecológica	2	El 35% de la electricidad del edificio debe ser de una fuente con certificado Green-e al menos durante dos años.
-------------------	---	--

Tabla IV

Materiales y recursos.

Criterio	Puntaje	Explicación
Almacenamiento y recolección de reciclables	prerrequisito	Designar un área para la recolección y el almacenamiento de materiales para reciclar de todo el edificio.
Reutilización del edificio: Mantenimiento de paredes, pisos y techos existentes	5	Conservar la estructura del edificio para así reducir desechos e impactos.
Gestión de desechos de la construcción	2	Desarrollar un plan de gestión de desechos de la construcción para asegurarse que los desechos sean depositados en los vertederos adecuados.
Reutilización de materiales	1	Reutilizar los materiales del edificio para reducir la demanda de materiales y la cantidad de desechos.
Contenido reciclado	2	Utilizar en la construcción materiales reciclados para reducir impactos.
Materiales regionales	2	Utilizar materiales y productos que se fabriquen dentro de la región.
Madera certificada	1	La utilización de madera en la construcción debe tener certificados de que provienen de una gestión forestal responsable.

Tabla V*Calidad ambiental interior.*

Criterio	Puntaje	Explicación
Desempeño de la calidad mínima el aire interior	prerrequisito	Mejorar la calidad de aire interior a fin de mejorar el confort, bienestar y productividad de los ocupantes.
Control de humo ambiental del tabaco (ETS)	prerrequisito	Prohibir fumar en el edificio.
Control del suministro de aire exterior	1	Tener un control del sistema de ventilación para poder mejorar el bienestar de los ocupantes.
Mayor ventilación	1	Proporcionar ventilación adicional a la del aire exterior para mejorar la calidad ambiental interior.
Plan de gestión de la calidad del aire interior de la construcción: Durante la edificación	1	Desarrollar un plan de gestión de la calidad de aire interior para la etapa de la construcción y las fases previas a la ocupación de la edificación.
Materiales de baja emisión: Adhesivos y selladores	1	Minimizar la cantidad de contaminantes del aire interior que sean dañinos para los ocupantes.
Materiales de baja emisión: Pinturas y revestimientos	1	Minimizar la cantidad de contaminantes del aire interior que sean dañinos para los ocupantes.
Materiales de baja emisión: Sistema de pisos	1	Minimizar la cantidad de contaminantes del aire interior que sean dañinos para los ocupantes.
Materiales de baja emisión: Productos de agrofibras y	1	Minimizar la cantidad de contaminantes del aire interior que sean dañinos para los ocupantes. Incluir las especificaciones de los productos seleccionados.

madera procesada		
Control de fuentes de sustancias contaminantes y productos químicos en interiores	1	Minimizar el uso de materiales y sustancias químicas peligrosas para que los ocupantes no se vean afectados.
Controlabilidad de los sistemas: Confort térmico	1	Instalar un sistema para que los ocupantes puedan ajustar el confort térmico a su gusto dentro de su espacio.
Confort térmico: Diseño	1	Diseñar un sistema de ventilación y aire acondicionado en base a la cantidad de ocupantes y diseñar estrategias para asegurar el confort de los ocupantes.
Iluminación natural y vistas: Iluminación natural	1	Diseñar el edificio de manera que se pueda utilizar lo máximo posible la iluminación natural.
Iluminación natural y vistas: Vistas	1	Diseñar el edificio de manera que se pueda proporcionar vistas naturales del exterior.

Tabla VI

Innovación de diseño.

Criterio	Puntaje	Explicación
Innovación en diseño	1	Realizar diseños innovadores por encima de los estándares del LEED.
LEED Accredited Professional	1	Al menos un miembro del proyecto debe ser LEED AP.

Anexo 2

Tabla VII

Edificios certificación Platino.

Criterios	Edificios certificación Platino			
	Centro empresarial Leuro	Reforma 180	Elm Park Block D	Tanger 66 - Office Building
Porcentaje materiales regionales	35	41	27	70
Porcentaje ahorro de energía	17	35	24	22
Porcentaje ahorro de agua	40	40	31	32

Tabla VIII

Edificios certificación Oro.

Criterios	Edificios certificación Oro			
	Swiss Tower	Nippon Life Marunouchi Garden Tower	T7T8 Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo	Torre Anseli
Porcentaje materiales regionales	30	18	30	24
Porcentaje ahorro de energía	40	28	21	40
Porcentaje ahorro de agua	60	48	37	36

Tabla IX*Edificios certificación Plata.*

Criterios	Edificios certificación Plata			
	Edificio Real 8	7000 Euclid	Edificio SLI	WT Morumbi
Porcentaje materiales regionales	18	48	12	36
Porcentaje ahorro de energía	15	8	21	10
Porcentaje ahorro de agua	27	27	33	40



Anexo 3

Tabla X

ANOVA. Single Factor. Porcentaje materiales regionales.

DESCRIPTION					Alpha	0.05		
<i>Group</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Mean</i>	<i>Variance</i>	<i>SS</i>	<i>Std Err</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
PLATINIUM	4	173	43	350.917	1052.75	7.3989	26.5126	59.9874
GOLD	4	102	26	33	99	7.3989	8.7626	42.2374
PLATA	4	114	29	273	819	7.3989	11.7626	45.2374

Tabla XI

ANOVA. Porcentaje materiales regionales.

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>Eta-sq</i>	<i>RMSSE</i>	<i>Omega Sq</i>
Between Groups	722.167	2	361.083	1.6490	0.2454	0.2682	0.6421	0.0976
Within Groups	1970.750	9	218.972					
Total	2692.917	11	244.811					

Tabla XII*Kruskal-Wallis Test. Porcentaje materiales regionales.*

	PLATINIUM	GOLD	PLATA	
median	38	27	27	
rank sum	35	19.5	23.5	
count	4	4	4	12
r^2/n	306.25	95.0625	138.0625	539.375
H-stat				2.4903
H-ties				2.5079
df				2
p-value				0.2853
alpha				0.05
sig				no

Tabla XIII*Pairwise t tests. Porcentaje materiales regionales.*

<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>p-value</i>	<i>mean</i>
PLATINIUM	GOLD	0.1530	17.75
PLATINIUM	PLATA	0.2829	14.75
GOLD	PLATA	0.7501	3

Tabla XIV*Pairwise Mann-Whitney tests. Porcentaje materiales regionales.*

<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>p-value</i>	<i>U-stat</i>	<i>mean</i>
PLATINIUM	GOLD	0.1102	2	17.75
PLATINIUM	PLATA	0.4704	5	14.75
GOLD	PLATA	1	7.5	3

Tabla XV*ANOVA. Single Factor. Porcentaje ahorro de energía.*

DESCRIPTION					Alpha	0.05		
<i>Group</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Mean</i>	<i>Variance</i>	<i>SS</i>	<i>Std Err</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
<i>PLATINIUM</i>	4	98	25	57.6667	173	3.8685	15.7488	33.2512
<i>GOLD</i>	4	129	32	88.2500	264.75	3.8685	23.4988	41.0012
<i>PLATA</i>	4	54	14	33.6667	101	3.8685	4.7488	22.2512

Tabla XVI*ANOVA. Porcentaje ahorro de energía.*

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>Eta-sq</i>	<i>RMSSE</i>	<i>Omega Sq</i>
<i>Between Groups</i>	710.1667	2	355.08	5.9318	0.0227	0.5686	1.2178	0.4511
<i>Within Groups</i>	538.75	9	59.861					
<i>Total</i>	1248.917	11	113.54					

Tabla XVII*Kruskal-Wallis Test. Porcentaje ahorro de energía.*

	PLATINIUM	GOLD	PLATA	
median	23	34	13	
rank sum	29	37.5	11.5	
count	4	4	4	12
r^2/n	210.25	351.5625	33.0625	594.875
H-stat				6.7596
H-ties				6.8072
df				2
p-value				0.0332
alpha				0.05
sig				yes

Tabla XVIII*Pairwise t tests. Porcentaje ahorro de energía.*

<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>p-value</i>	<i>mean</i>
PLATINIUM	GOLD	0.2487	7.75
PLATINIUM	PLATA	0.0639	11
GOLD	PLATA	0.0193	18.75

Tabla XIX*Pairwise Mann-Whitney tests. Porcentaje ahorro de energía.*

<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>p-value</i>	<i>U-stat</i>	<i>mean</i>
PLATINIUM	GOLD	0.3094	4	7.75
PLATINIUM	PLATA	0.0606	1	11
GOLD	PLATA	0	1	18.75

Tabla XX*ANOVA. Single Factor. Porcentaje ahorro de agua.*

DESCRIPTION					Alpha	0.05			
<i>Group</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Mean</i>	<i>Variance</i>	<i>SS</i>	<i>Std Err</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>	
PLATINIUM	4	143	36	24.25	72.75	3.9660	26.7783	44.7217	
GOLD	4	181	45	126	379	3.9660	36.2783	54.2217	
PLATA	4	127	32	38	115	3.9660	22.7783	40.7217	

Tabla XXI*ANOVA. Porcentaje ahorro de agua.*

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>	<i>Eta-sq</i>	<i>RMSSE</i>	<i>Omega Sq</i>
Between Groups	384.6667	2	192.33	3.0570	0.0970	0.4045	0.8742	0.2553
Within Groups	566.25	9	62.917					
Total	950.9167	11	86.447					

Tabla XXII*Kruskal-Wallis Test. Porcentaje ahorro de agua.*

	PLATINIUM	GOLD	PLATA	
median	36	43	30	
rank sum	25	36	17	
count	4	4	4	12
r ² /n	156.25	324	72.25	552.5
H-stat				3.5
H-ties				3.5622
df				2
p-value				0.1684
alpha				0.05
sig				no

Tabla XXIII*Pairwise t tests. Porcentaje ahorro de agua.*

group 1	group 2	p-value	mean
PLATINIUM	GOLD	0.1944	9.5
PLATINIUM	PLATA	0.3524	4
GOLD	PLATA	0.0931	13.5

Tabla XXIV*Pairwise Mann-Whitney tests. Porcentaje ahorro de agua.*

group 1	group 2	p-value	U-stat	mean
PLATINIUM	GOLD	0.3094	4	9.5
PLATINIUM	PLATA	0.4567	5	4
GOLD	PLATA	0.1102	2	13.5