



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN EL USO DE RECURSOS
HÍDRICOS Y ENERGÉTICOS DE EDIFICIOS MEDIANTE LA
HERRAMIENTA LEED V4 (PROYECTO CENTRO COLONIAL –
LIMA CERCADO)**

**PRESENTADA POR
JOSUÉ MIGUEL CHÁVEZ HUAPAYA**

**ASESOR
ALEXIS SAMOHOD ROMERO**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2016



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

La autora sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**INCREMENTO DE LA EFICIENCIA EN EL USO DE RECURSOS
HÍDRICOS Y ENERGÉTICOS DE EDIFICIOS MEDIANTE LA
HERRAMIENTA LEED V4 (PROYECTO CENTRO COLONIAL –
LIMA CERCADO)**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

CHÁVEZ HUAPAYA, JOSUÉ MIGUEL

LIMA – PERÚ

2016

Dedicatoria

A mi madre, mentora, guía
y mejor amiga desde que
tengo uso de razón.

Agradecimiento

Expreso mi agradecimiento a Dios, por haberme cuidado en este largo caminar. A mi madre, por el apoyo incondicional; este logro es solo tuyo.

A Francesca Mayer, coordinadora ejecutiva del PGBC, por su apoyo desinteresado en la realización del presente trabajo y a Jazmín Carrasco, Jefa de Proyectos de la empresa GLOBAL ACCESS, por compartir sus conocimientos en sistemas de eficiencia energética.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	
1.1 Antecedentes de la investigación	1
1.2 Bases teóricas	3
1.3 Marco conceptual	35
1.4 Hipótesis	46
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	
2.1 Tipo de la investigación	47
2.2 Nivel de la investigación	47
2.3 Diseño de la investigación	48
2.4 Variables	48
2.5 Población y muestra	50
2.6 Técnicas de investigación	50
2.7 Instrumentos de recolección de datos	50

CAPÍTULO III. APLICACIÓN DEL CASO Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Contrastación de hipótesis	52
3.2 Caso de la Investigación	53
3.3 Porcentaje de eficiencia hídrica y energética del caso	55
3.4 Aplicación de la Herramienta LEED V4	58
3.5 Uso eficiente de recursos hídricos	60
3.6 Uso eficiente de recursos energéticos	70
3.7 Resultados del caso	77
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN	80
CONCLUSIONES	811
RECOMENDACIONES	822
FUENTES DE INFORMACIÓN	833
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla N°1.	Gases de efecto invernadero y su permanencia en la atmósfera	4
Tabla N°2.	Resumen del total de emisiones de GEI por sector	5
Tabla N°3.	Reservas probadas de energía comercial 2014, en Tera Jules	43
Tabla N°4.	Producción de energía primaria, en Tera Jules	44
Tabla N°5.	Producción y reservas probadas de energía comercial, en Tera Jules	44
Tabla N°6.	Producción de energía secundaria, en Tera Jules	45
Tabla N°7.	Consumo final total de energía por fuentes, en Tera Jules	45
Tabla N°8.	Consumo final total de energía por sectores económicos, en Tera Jules	46
Tabla N°9.	Operacionalización de variable dependiente	49
Tabla N°10.	Cuestionario aplicado al proyecto Centro Colonial en la categoría “Uso eficiente del agua”	56
Tabla N°11.	Cuestionario aplicado al proyecto Centro Colonial en la categoría “Energía y atmósfera”	57
Tabla N°12.	Cuadro de áreas techadas del proyecto Centro Colonial	59

Tabla N°13.	Porcentaje de áreas de Construcción Nueva y Núcleo y Envolverte	60
Tabla N°14.	Coeficientes de ocupación según uso o tipología	61
Tabla N°15.	Número de personas residentes en los niveles de vivienda	62
Tabla N°16.	Usos totales de accesorios por día en niveles de vivienda	63
Tabla N°17.	Consumo de agua de línea base para aparatos y accesorios	63
Tabla N°18.	Consumo de agua por día en niveles de vivienda del proyecto Centro Colonial (línea base)	64
Tabla N°19.	Consumo de agua por día en niveles de vivienda del Proyecto Centro Colonial (por debajo de la línea base)	64
Tabla N°20.	Consumo de agua por día en niveles de vivienda del Proyecto Centro Colonial (griferías ahorradoras)	65
Tabla N°21.	Número de empleados (FTE) y visitantes (V)	66
Tabla N°22.	Usos totales de accesorios por día en niveles de vivienda	67
Tabla N°23.	Consumo de agua por día del proyecto Centro Colonial (línea base)	68
Tabla N°24.	Consumo de agua por día del Proyecto Centro Colonial (por debajo de la línea base)	68
Tabla N°25.	Consumo de agua por día del Proyecto Centro Colonial (Urinario Seco)	89
Tabla N°26.	Porcentaje de ahorro por área techada del edificio	89
Tabla N°27.	Cuestionario aplicado al proyecto Centro Colonial en la categoría “Uso eficiente del agua”	77
Tabla N°28.	Cuestionario aplicado al proyecto Centro Colonial en la categoría “Energía y atmósfera”	79

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura N°1. Distribución porcentual GEI por sectores	5
Figura N°2. Línea de base triple	9
Figura N°3. Logo de USGBC	12
Figura N°4. Logo de Green Globes	12
Figura N°5. Logo de BREEAM	13
Figura N°6. Logo de CASBEE	15
Figura N°7. Logo de Green Star	16
Figura N°8. Logo de WELL	19
Figura N°9. Logo de EDGE	21
Figura N°10. Logo de SITES	23
Figura N°11. Logo ISO 14001	25
Figura N°12. Logo de WGBC	27
Figura N°13. Logo de GBCI	30
Figura N°14. Logo de PGBC	32
Figura N°15. Proceso integrat ivo	37
Figura N°16. Localización y transporte	38
Figura N°17. Sitios Sustentables	38

Figura N°18.	Eficiencia en el uso de agua	38
Figura N°19.	Energía y atmósfera	39
Figura N°20.	Materiales y recursos	39
Figura N°21.	Calidad del ambiente interior	40
Figura N°22.	Innovación	40
Figura N°23.	Prioridad regional	41
Figura N°24.	Vertientes hidrográficas del Perú	42
Figura N°25.	Proyecto Centro Colonial	54
Figura N°26.	Distribución de plantas del proyecto Centro Colonial	55
Figura N°27.	Recorrido del sol respecto a Perú	71
Figura N°28.	Energía solar en Lima	76

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico N°1. Eficiencia en el uso de recursos hídricos del proyecto Centro Colonial	56
Gráfico N°2. Eficiencia en el uso de recursos energéticos del proyecto Centro Colonial	57
Gráfico N°3. Eficiencia en el uso de recursos hídricos del proyecto Centro Colonial	78
Gráfico N°4. Eficiencia en el uso de recursos energéticos del proyecto Centro Colonial	79

RESUMEN

El trabajo de investigación denominado Incremento de la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos de edificios mediante el programa de certificación LEED V4 (Proyecto Centro Colonial- Lima Cercado), tuvo como objetivo demostrar que se puede incrementar la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos de un edificio mediante el programa de certificación LEED V4. Este programa, es una guía y herramienta utilizada para conocer de manera cuantitativa cuán sostenible es un proyecto de edificación en función al porcentaje de ahorro de recursos. Esta investigación hizo uso de la guía LEED BD+C en dos de sus categorías de evaluación, que guardan relación con el uso eficiente del agua y la energía.

Se obtiene como resultado que el proyecto de edificación Centro Colonial posee solo un 11 % de eficiencia en el uso de recursos hídricos y un 14 % de eficiencia en el uso de recursos energéticos y, que aplicando la herramienta LEED V4, se logra incrementar la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos a 78 y 100% respectivamente.

Palabras Clave: Programa de certificación LEED V4, recursos hídricos, recursos energéticos.

ABSTRACT

The work of research named as: “Increasing of the efficiency in the use of hydric and energetic resources in buildings by mean of the certification software LEED V4 (Centro Colonial-Lima Cercado Project)”, had the objective of demonstrate that the efficiency in the use of hydric and energetic resources can be increased by mean of the use of the Certification software LEED V4. This software is a guide and also a tool employed with the purpose of knowing in a quantitative way how much sustainable is an edification project, in function to the saving resources percentage. This research used the guide LEED BD C in two of its evaluation categories which are related with the efficient use of water and energy.

As a result, we get that the edification Centro Colonial Project posseses only an efficiency rate of 11% in the use of hydric resourses and an efficiency rate of 14% in the use of energetyc resources, and by applying the LEED V4 tool it is posible to increase the efficiency rate in the use of hydric and energetyc resources to 78 and 100% respectively.

Keywords: Certification software LEED, hydric resources, energetyc resources.

INTRODUCCIÓN

Las ciudades generan un volumen importante de contaminantes debido a la explotación y transformación de recursos para producir energía, estos contaminantes generan un cambio climático considerable, produciendo alteraciones en el ciclo hidrológico del agua, generando escasez o exceso de lluvia. Es importante entonces tomar conciencia de las causas que generan este problema, e iniciar medidas de mitigación a través del ahorro y el uso eficiente de recursos. Nos planteamos el siguiente problema ¿Cómo incrementar la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos?

En el Perú, el cambio climático, hoy en día se puede percibir, ya que el calor aumenta al culminar cada ciclo de estaciones, y es este calor excesivo el que genera cambios drásticos en la naturaleza, los cuales terminan por dañar la Tierra y a los seres que habitan en ella. Por otro lado, el departamento de Lima, tiene como característica el déficit de agua en ciertos distritos y en determinadas horas, lo cual genera un gran problema e incomodidad en sus habitantes.

En lo referente al planteamiento del problema, diferentes estudios afirman que a nivel mundial una de las principales causas del cambio climático son las ciudades. Este cambio genera un incremento en la intensidad de fenómenos naturales, variando drásticamente los niveles de temperatura, aumentando el tiempo de sequías o aumentando el volumen de lluvias, etc.

El mundo ha respondido a los problemas energéticos y ambientales producidos por las diferentes ciudades buscando desarrollar una tendencia de construcción que genere menos impacto negativo al medio ambiente y a la población misma. (CAPECO, 2011)

Teniendo en cuenta eso, el Perú, que está en constante crecimiento, tanto poblacional como en el sector construcción, encuentra la manera de hacerle frente a estos problemas medio ambientales promoviendo el uso eficiente de recursos hídricos y energéticos en las ciudades, fomentando así, el nacimiento de una cultura sostenible. Acompaña a esta campaña de concientización, el diseño y construcción de edificaciones verdes o también denominadas edificaciones sostenibles o sustentables, las cuales no solo se preocupan por el confort y salud de sus habitantes en el presente, sino que vela por su bienestar a futuro y por el bienestar de las futuras generaciones, ya que estos edificios disminuyen, de manera considerable, el impacto negativo sobre el ambiente y ecosistema que nos rodea.

En el Perú, existe la organización no gubernamental Perú Green Building Council (PGBC), la cual forma parte del World Green Building Council (Consejo mundial de Edificaciones verdes). Esta ONG agrupa a todas las empresas del rubro de construcción que están enfocadas en mejorar su metodología y filosofía de trabajo, optando por la sostenibilidad en la construcción, su función es motivar a que cada vez más empresas en el Perú construyan de manera sostenible.

Para poder diseñar y construir un edificio sostenible y saber cuan sostenible es, el Perú Green Building Council recomienda y promueve el uso del programa de Certificación LEED, que es una herramienta y guía que ayuda a diseñar y construir, siguiendo parámetros o criterios de sostenibilidad, y brinda una forma cuantitativa de conocer a cuánto asciende el ahorro de recursos que podemos lograr, así como cuánta es la disminución en el impacto negativo al medio ambiente.

En el año 2010, se inaugura y certifica el primer edificio sostenible del Perú “Platinum Plaza” que logró alcanzar una certificación LEED GOLD,

siendo evaluada dentro del sistema de certificación LEED Building Design and Construction (LEED BD+C) para núcleo y envolvente, otorgada por el United State Green Building Council (USGBC), este proyecto se realizó con una inversión de 30 millones de dólares y cuenta con 20000 m² de oficinas, distribuidas en dos torres de 15 pisos cada una y 8 niveles de estacionamientos.

El 28 de agosto del año 2015 se aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible, que fue diseñado por el Comité Permanente de Construcción Sostenible conformado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través de la Dirección Nacional de Construcción, que lo preside, el Ministerio del Ambiente (MINAM), el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), el Colegio de Arquitectos del Perú (CAP), el Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), SENAMHI, CONCYTEC, CAPECO, Sociedad Nacional de Industrias, PERU GBC, INDECOPI, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Debe saberse que el Código Técnico de Construcción Sostenible no es una Norma, por el momento es solo una guía a la cual voluntariamente se puede consultar si desea diseñar una edificación que genere ahorros en los recursos de agua y energía. En la actualidad, las mismas instituciones que escribieron el código, se encuentran trabajando para sacar una segunda edición, la cual será más exigente y contará con nuevos alcances para lograr mayor sostenibilidad en una edificación.

Según el Perú Green Building Council al finalizar el mes de mayo del presente año, Perú ya cuenta con 134 proyectos inscritos, aspirando a alcanzar una certificación LEED, y 31 proyectos ya certificados, alcanzando un área de 509417.52 m² ya certificados. En la actualidad el PGBC, se encuentra trabajando con la USGBC en la traducción de las guías LEED al idioma español.

Como formulación del problema se plantea: ¿De qué manera la herramienta LEED V4 influye en el uso de los recursos hídricos y energéticos de edificios?

Los problemas específicos son:

- a) ¿De qué manera la herramienta LEED V4 influye en el uso de los recursos hídricos de edificios?
- b) ¿De qué manera la herramienta LEED V4 influye en el uso de los recursos energéticos de edificios?

El objetivo general es usar la herramienta LEED V4 con la finalidad de incrementar la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.

Los objetivos específicos son:

- a) Usar la herramienta LEED V4 con la finalidad de incrementar la eficiencia en el uso de recursos hídricos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.
- b) Usar la herramienta LEED V4 con la finalidad de incrementar la eficiencia en el uso de recursos energéticos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.

Como justificación, el efecto invernadero está haciendo estragos mundialmente, generando así el calentamiento global o lo que con frecuencia denominan cambio climático, el cual es un problema creciente. Hoy en día se puede percibir este problema, ya que el calor aumenta al culminar cada ciclo de estaciones, y es este calor excesivo el que genera cambios, cambios que terminan por dañar la Tierra y a todo ser que habite en ella.

Por otro lado, el departamento de Lima tiene como característica el déficit de agua en ciertos distritos y a determinadas horas del día, lo cual genera un gran problema e incomodidad en sus habitantes. Según SEDAPAL, se calcula que de continuar así, en pocos años, y al ritmo que crece la población sin cultura del uso correcto del agua, se apreciará la escasez del líquido elemento.

Es importante entonces iniciar medidas de mitigación y sobre todo, ahorro, es por este motivo que el presente estudio busca hacerlo promoviendo

el uso eficiente de los recursos hídricos y energéticos en edificios, mediante el programa de certificación LEED. De esta manera se hace frente a los problemas de cambio climático y mal uso de recursos hídricos del Perú, que genera una conciencia de ahorro y cuidado del medio ambiente en sus habitantes, camino a una cultura de sostenibilidad.

Como alcances, la presente investigación utilizó el Programa de Certificación LEED como herramienta para conocer de manera cuantitativa el incremento de la eficiencia para con el uso de recursos hídricos y energéticos. Se presentó un caso, que es un proyecto de edificación mixta y se asumió que se encuentra en etapa de diseño. Este proyecto fue evaluado según el sistema de Certificación LEED BD+C para construcciones nuevas y renovaciones mayores desarrollando dos de las nueve categorías del Programa de Certificación LEED V4, la categoría de “uso eficiente del agua” y la categoría de “energía y atmósfera”.

Se presenta como limitación, el tiempo para realizar el estudio, se considera muy breve, ya que solo es de cuatro (4) meses, aproximadamente y todas las guías a utilizarse, tanto LEED como ASHRAE, están en idioma inglés, lo cual dificulta un poco el trabajo al momento de traducir algunas palabras o conceptos técnicos.

Es viable realizar el estudio debido a que para desarrollar el caso, se cuenta con el proyecto muestra completo, es decir, se poseen los planos de todas sus especialidades, así como las especificaciones técnicas de equipos y accesorios sanitarios y eléctricos, también se cuenta con la guía LEED BD+C y la guía ASHRAE. No se desarrollaron ensayos de laboratorio de ningún tipo o alguna otra actividad que requiera el servicio de terceros, con lo cual el manejo de tiempos y cantidad de avance del estudio dependió exclusiva y únicamente del autor.

La tesis está compuesta por cuatro (4) capítulos. El primero contiene las bases teóricas. El segundo describe la metodología. En el tercero, se analizan las hipótesis y en el cuarto capítulo, se presentan las conclusiones y resultados de la investigación.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la investigación

1.1.1 LEED: Un paradigma para las nuevas construcciones

Esta tesis redactada por Morales Damián, en el año 2009, inicia describiendo la evolución de los problemas ambientales a lo largo del tiempo. Tiene por finalidad brindar conocimiento acerca de la certificación LEED y cómo esta surge con la finalidad de hacerle frente a la problemática ambiental, a su vez muestra un caso aplicativo con un edificio, el cual alcanzará ciertos estándares de cuidado ambiental si es capaz de satisfacer requerimientos de diseños y construcción dictados por las guías LEED. También explica al detalle las categorías de calificación LEED a las que es sometido el edificio y finalmente realiza una comparación entre los criterios que tuvieron en cuenta cuatro proyectos de edificación diferentes que llegaron a ser certificados pero en diferentes niveles y categorías.

1.1.2 Edificación sustentable

Esta tesis fue redactada por Mercado Alcalá en el año 2012. El autor justifica su trabajo presentando a la sustentabilidad como una palabra en auge, por lo cual recomienda aplicarla al momento de planear, construir y operar una edificación, ya que esto produce un impacto significativo en el

medio ambiente. La tesis inicia describiendo los aspectos que afectan el medio ambiente en el Valle de México, lugar donde se ubica el proyecto que estudiará. Luego profundiza en lo que se debe considerar para que un proyecto de edificación sea sustentable dejando en claro los beneficios, retos y oportunidades con los que se topará el proyecto en mención. Finalmente se enfoca en describir al sistema de certificación LEED como una buena herramienta para alcanzar la sustentabilidad deseada aterrizando esta idea en la modificación de un edificio de departamentos con la finalidad de que sea un proyecto amigable con el medio ambiente.

1.1.3 Perú hacia la construcción sostenible y en escenarios de cambio climático

Este estudio, promovido por el Ministerio de Vivienda Construcción y Sanieamiento, fue realizado en el año 2014 por un equipo de ingenieros y arquitectos, que tiene como finalidad formular un plan destinado a insentivar la construcción sostenible en el Perú.

Sus objetivos están encaminados a elaborar un diagnóstico de la construcción en el Perú teniendo en cuenta el impacto ambiental que produce al momento del estudio, elaborar una proyección en caso el desarrollo continúe así o se modifique el patrón de desarrollo y proponer estrategias y nuevas acciones para impementar el modelo de desarrollo.

La primera sección del estudio describe el marco conceptual de la construcción sostenible y analiza experiencias relevantes en Latinoamérica. La segunda sección define el estado de situación de la construcción sostenible en el Perú. La tercera sección muestra la construcción de escensarios futuros y su conveniencia. La cuarta sección presenta indicadores de medición de la construcción sostenible. La quinta sección presenta la proyección de cálculos en ahorros económicos para cada uno de los indicadores señalados en la sección anterior. La sexta sección presenta una planificación y medidas encaminadas a insentivar la construcción sostenible.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Cambio climático

El cambio climático es descrito como una variación estable y durable en los diferentes estándares de clima en periodos de tiempo que pueden variar desde uno hasta millones de años. Podría ser una variante en las condiciones del clima promedio o la generación y distribución de eventos relaciones a ese promedio (eventos climáticos extremos). El cambio climático puede estar condicionado a una región específica, como puede abarcar todo el planeta.

El término, a veces hace referencia específicamente al cambio climático generado por las diferentes actividades humanas, contrario de aquellos generados por procesos naturales de la Tierra y el Sistema Solar. En este contexto, la denominación “cambio climático” ha llegado a ser sinónimo de “calentamiento global antropogénico“, es decir un incremento de las temperaturas producto de los humanos. (Cambio Climático Global, 1997)

1.2.2 Efecto invernadero

El planeta Tierra es similar a un invernadero muy grande, envuelto en una gran bóveda denominada atmósfera; esta tiene como finalidad que el calor emitido por el sol sea conservado en el planeta.

Debido a la atmósfera, parte de la energía solar se aglomera en la superficie del planeta para elevar su temperatura y conservarla aproximadamente en 15°C, caso contrario, la temperatura disminuiría a 18°C por debajo de cero.

Al proceso natural que conserva el equilibrio entre calor y frío, para lograr que la vida en la Tierra sea sostenible en el tiempo, se le denomina efecto invernadero. (MINAM, 2009)

1.2.3 Gases de efecto invernadero (GEI)

Se les denomina así a los gases que se encuentran en la atmósfera y retienen la energía solar en la tierra. Estos gases son:

- El agua (H₂O) sube hasta la atmósfera producto de la evaporación de las superficies cubiertas por mares, océanos, ríos y lagos, también por

la evapotranspiración en las diferentes selvas tropicales. La vida y acción del hombre no influye en la generación de este gas de efecto invernadero. (Gentile, 2007)

- El dióxido de carbono (CO₂) se genera en la totalidad de los procesos de combustión. Desde 1850 se maximizó por la quema de combustibles fósiles, la excesiva tala de árboles y constantes incendios forestales. Este gas representó el 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero de los países desarrollados en 1995. (Gentile, 2007)
- El metano (CH₄) se origina en los pantanos, en los arrozales, en el tracto digestivo de diferentes animales, por el acumulamiento de basura, por las minas y pozos de petróleo. (Gentile, 2007)
- El óxido nitroso (N₂O) se produce por la descomposición microbiana de elementos orgánicos y abonos nitrogenados en el suelo, en los océanos y por la quema de biomasa. Los otros derivados de nitrógeno se hallan en pequeñas y variadas proporciones y no son considerado GEI, aunque pueden tener un papel protagónico en las reacciones químicas producidas en la atmósfera. (Gentile, 2007)
- El accionar humano generó grandes incrementos en algunos de estos gases, y adicionó otros de origen sintético como los CFCs (clorofluorocarbonos), HFCs (hidrofluorocarbonos) y el CF₄ (tetrafluorometano). Estos, generan un problema desde el punto de vista ambiental porque permanecen un largo tiempo en la atmósfera. (Gentile, 2007)

La tabla N°1 muestra el tiempo de permanencia de los GEI en la atmósfera.

Tabla N°1. Gases de efecto invernadero y su permanencia en la atmósfera.

Gas	Fórmula	Vida Media
Dióxido de carbono	CO ₂	2 -500 años
Metano	CH ₄	12 años
Óxido nitroso	N ₂ O	114 años
Hidrofluorocarbonos	HFC-23	260 años
Tetrafluorometano	CF ₄	50000 años
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	3200 años
Clorofluorocarbonos	CFC	45 años

Fuente: Gentile (2007)

1.2.4 Calentamiento global

En una proporción adecuada los GEI producen el efecto invernadero, sin embargo, cuando los GEI aumentan su concentración, los rayos solares no pueden escapar, y la temperatura del planeta se eleva considerablemente dándose lugar a lo que denominamos como calentamiento global, el cual es un fenómeno producido por la persona humana.

Según **Gentile (2007)** las consecuencias del calentamiento global serán percibidas en distintos campos: El incremento del nivel del mar, desglaciación, las variaciones de los hielos del ártico y de la Antártida, las lluvias y los eventos climáticos extremos.

1.2.5 Inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI)

El INGEI es el inventario realizado por el Ministerio del Ambiente (MINAM), en el cual se detalla el porcentaje de emisiones de GEI por sector de actividades.

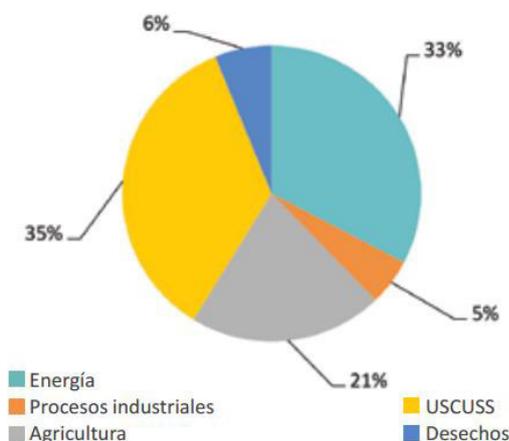


Figura N°1. Distribución porcentual de las emisiones GEI por sectores.

Fuente: MINAM (2014)

Tabla N°2 Resumen del total de emisiones de GEI por sector.

Sectores	Gg de CO ₂ / año
Energía	40,605.24
Procesos industriales	6,274.04
Agricultura	26,051.37
USCUS	43,518.14
Desechos	7,660.35
Total	124,109.14

Fuente: MINAM (2014)

Se observa entonces que en el Perú el porcentaje de emisiones de GEI producto del uso de energía es considerable (Figura N°1). Por ello, con la idea de mitigar estas emisiones, se empieza a implementar la idea de las construcciones verdes o construcción de edificaciones sostenibles las cuales generan un gran ahorro de energía disminuyendo considerablemente las emisiones de GEI.

1.2.6 Impacto de las edificaciones en la emisión de GEI

Las edificaciones y las diferentes comunidades, incluidos los recursos utilizados para crearlos, el agua, la energía y los materiales menesteres para construirlos y operarlos, producen un impacto considerable en el entorno y la salud humana. Según **USGBC (2014)** En los Estados Unidos, los edificios son responsables de:

- El 14% del consumo de agua apta para consumo.
- El 30% de la producción de desperdicio.
- El 40% del uso de materias primas.
- El 38% de las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono).
- El 24% al 50% del uso de energía.
- El 72% del consumo de electricidad.

El USGBC nos da una idea de cuánto impacto generan las edificaciones en los EEUU, por lo cual se puede observar que la idea de buscar sostenibilidad a través de las edificaciones no es una idea descabellada. Por otro lado se debe conocer cuáles son los impactos que generan las edificaciones del sector Residencial (doméstico) y Comercial en Lima Perú,

En Lima el consumo de Agua en el sector Doméstico es del 75.6 %, mientras que el sector comercial alcanza el 13.6%, el porcentaje restante corresponde al sector social, industrial y estatal (INEI, 2015).

En el año 2014 Lima generó 2828128 toneladas de residuos sólidos, siendo San Juan de Lurigancho el distrito que produjo el mayor cantidad de estos residuos, representado en un 9.2 %, (INEI, 2015)

En Perú, el sector residencial, comercial y público representa el 27.9 % del consumo de energía. (MINEM, 2014).

En Perú, el sector residencial, Comercial y público consume el 42,1 %, de energía eléctrica, mientras que el sector industrial consume un 28.7%. (MINEM, 2014).

Los sectores Residencial y Comercial, producto de la transformación de energía, emitieron 2.6 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), 460 mil toneladas de monóxido de carbono (CO), 26 mil toneladas de metano (CH₄), 10 mil toneladas de óxido de nitrógeno (NO_x) y 7 mil toneladas de óxidos de azufre (SO_x). Dicho en porcentajes, los sectores Residenciales y Comercio representan el 7.6 % de las emisiones de CO₂, el 65.7 % de las emisiones de CO, el 78.7 % de las emisiones de CH₄, el 8.1% de las emisiones de NO_x y el 13.9 % de las emisiones de SO_x. (MINEM, 2014)

1.2.7 Sostenibilidad

Para conocer este concepto primero se debe tener en cuenta que la palabra original es “sustainability” perteneciente al idioma inglés, esa palabra puede ser traducida al español de dos maneras: sostenibilidad o sustentabilidad, y esto depende del país donde busque traducirse el término. Por ejemplo, el país de México usa la palabra “sustentabilidad”, mientras que Colombia utiliza la palabra “sostenibilidad” sin embargo ambas palabras poseen el mismo concepto. Perú utiliza el término “sostenibilidad”. Ahora sí, algunos conceptos:

Para el diccionario de la Real Academia Española, la palabra sostenible es un adjetivo que hace referencia especialmente a la ecología y la economía, describe a algo que puede mantenerse en el tiempo sin agotar los recursos o causar un grave daño al medio ambiente.

El término sustentable, en un inicio, describe el equilibrio en la manera en que una especie da uso de un recurso, con la finalidad de asegurar que este recurso no sea sobreexplotado o mal explotado y de esta forma permitir su renovación. Este término no es apto para productos no renovables como son los gases o derivados del petróleo. (Salas,H. , 2011)

Según el informe de Brundtland de 1987, “El desarrollo sustentable consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”. (Mercado Alcalá , 2012)

Por otro lado, se puede extraer de internet otros conceptos como por ejemplo: Capacidad de permanecer. Característica por la que un elemento, sistema o proceso, logra mantenerse activo a lo largo del tiempo. Capacidad por la que un elemento logra resistir, permanecer, aguantar.

Según el **USGCB (2014)** Sostenibilidad y “ecológico” con frecuencia son usadas indistintamente y poseen un significado mayor a solo reducir el impacto al medio ambiente. Sostenibilidad quiere decir crear lugares que sean responsables ambientalmente, justos, saludables, rentables y equitativos. Hacer más ecológico el campo de construcción quiere decir aplicar una visión holística a los sistemas naturales, económicos y humanos, y encontrar soluciones que mejoren la calidad de vida de todos.

El USGBC describe a la sostenibilidad con un concepto un poco más profundo, ya que no hace referencia solo una preocupación por el medio ambiente sino también por las personas humanas.

La expresión línea de base triple (Triple Bottom Line) es usada para referirse a sostenibilidad. Esta denominación fue acuñada por John Elkington, cofundador de la firma de consultoría SustainAbility, en su libro de 1998 “Cannibals with Forks: the Triple Bottom Line of 21st Century Business” (Caníbales con tenedores: la línea de base triple de los negocios del siglo XXI). La denominación, que primero se aplicó a las empresas con conciencia y responsabilidad social, caracteriza cualquier tipo de proyecto en el campo de la construcción. El concepto de línea de base triple adiciona una visión a largo plazo para realizar evaluaciones de los posibles efectos y las prácticas recomendadas de tres tipos de recursos:

- Personas (capital social). Todos los beneficios y costos para las personas humanas que diseñan y construyen en la comunidad, que

trabajan y viven en ella y que la constituyen, y que se ven influenciados, directa o indirectamente por un proyecto.

- Planeta (capital natural). Todos los beneficios y costos de un proyecto en el entorno natural, a nivel global.
- Ganancia (capital económico). Todos los beneficios y costos económicos para todas las partes interesadas.

(U.S. Green Building Council, 2014)

De la cita anterior, se afirma que, para el USGBC un proyecto no puede denominarse sostenible si es que no beneficia a los tres tipos de recursos antes mencionados. El proyecto que para lograr un bajo consumo hídrico y energético, disminuye el confort de las personas que ahí residan o trabajen, no es sostenible. Tampoco es sostenible un proyecto que logre ahorros hídricos y energéticos sin disminuir el confort en sus habitantes, pero que impacta de manera considerable la economía de los dueños sin obtener un retorno de la inversión.

Se deduce entonces que cuando hablamos de sostenibilidad no solo debe hablarse a cerca de ser amigable con el medio ambiente (capital natural), sino también con la salud, confort, bienestar de sus ocupantes (capital social) y con la economía del dueño y de todos los involucrados (capital económico). Ver figura N°2.

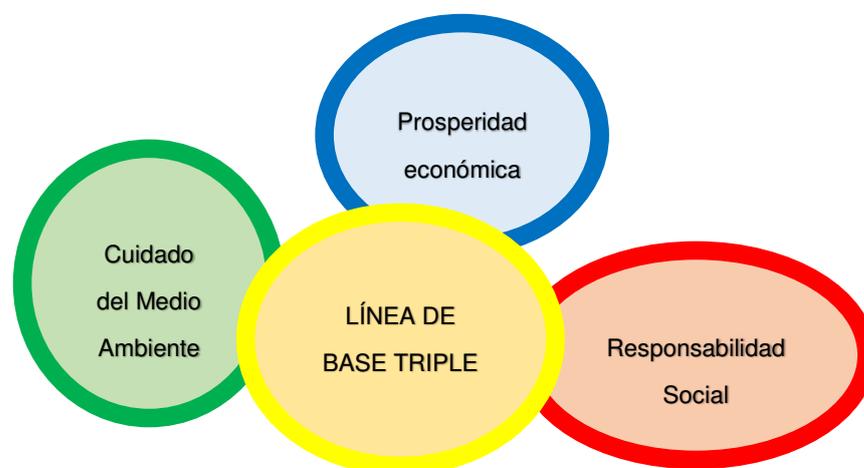


Figura N°2. Línea de base triple.

Fuente: USGBC (2014)

Se deduce también que respecto a los tres tipos de recursos mencionados (en la cita anterior), por el USGBC, cada uno brinda un enfoque diferente a tener en cuenta.

El capital natural busca el uso eficiente de energía y agua, el uso de materiales poco contaminantes, bajas emisiones de GEI y residuos contaminantes y un diseño de operación ecoeficiente para el edificio.

Cuando se habla del capital social se busca una buena salud y seguridad laboral para sus ocupantes, fomentar la educación y cultura sostenible, un impacto positivo en la sociedad y en la comunidad y una igualdad de oportunidades para sus habitantes.

Y finalmente cuando se habla del capital económico se busca altos beneficios, una mejora en la productividad, retorno de la inversión, aumento del valor del edificio.

1.2.8 Edificios sostenibles

La construcción encaminada al cuidado del medio ambiente es menester en un proceso enfocado a la mejora continua. Es un proceso en donde las “mejores prácticas” que realizamos hoy se transformen en las prácticas estándares del futuro, una base en constante ascenso para generar niveles de desempeño cada vez más ambiciosos. La construcción verde o construcción sostenible puede ayudarnos a producir comunidades más vitales, espacios interiores y exteriores menos tóxicos, y mayores conexiones con la naturaleza. El movimiento de construcción sostenible se esfuerza por materializar un cambio constante en las prácticas principales de diseño, construcción, planificación y operaciones para generar entornos de menor impacto, más sostenibles y, en última instancia, de construcción regenerativa. (U.S. Green Building Council, 2014)

El USGBC utiliza el término “construcción ecológica” para referirse a la construcción sostenible de edificios, y lo describe como un proceso de mejoras continuas en las cuales, las decisiones que se tomen hoy en cuanto a criterios de diseño, planificación, construcción y operación repercuten de

manera positiva o negativa en las generaciones futuras. Veamos que otra información que brinda el USGBC.

Un estudio del New Buildings Institute halló que, en los edificios sostenibles, el margen de uso promedio de energía (energía usada por unidad de superficie del suelo) son un 24% más bajas que en las edificaciones típicas. Adicionalmente a ello, la Administración de Servicios Generales de EEUU llevó a cabo una encuesta con 12 edificaciones sostenibles de su cartera y halló estos ahorros y mejoras: Un 26% menos de uso de energía, niveles más altos de satisfacción de los ocupantes en un 27%, costos de mantenimiento un 13% menores, un 33% menos de emisiones CO₂. (U.S. Green Building Council, 2014)

Es así como los edificios sostenibles presentan un ahorro significativo en recursos, disminuyendo las emisiones de GEI, aumentando los niveles de confort de sus ocupantes y aminorando el costo de mantenimiento, cumpliendo de esta manera con las características de la línea de base triple para sostenibilidad.

Se puede aseverar también que el diseñar, construir y operar un edificio sostenible, es una muy buena medida de mitigación contra el cambio climático y una buena opción para disminuir considerablemente el impacto negativo de la construcción y operación de un edificio para con el medio ambiente.

1.2.9 Certificaciones de sostenibilidad

1.2.9.1 LEED

El programa Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental (Leadership in Environmental and Energetic Design o LEED, por sus siglas en inglés), diseñado y dirigido por el Consejo de Edificación Verde de los Estados Unidos (USGBC), es el sistema de calificación de edificios sustentables más usado en los EEUU. En él, los edificios reciben certificaciones platino, oro, plata o verde en relación de los elementos o atributos de edificación sustentable que las caracterice. LEED es un sistema que mejora rápidamente; modificando sus versiones en rangos de tres años. Este programa ha tenido

varias versiones para adaptarlo a los mercados de otros países, como son Canadá e India, entre los principales. (Mercado Alcalá , 2012)



Figura N°3. Logo de USGBC

Fuente: USGBC (2014)

1.2.9.2 Green Globes

Green Globes, producto de importantes grupos industriales de Canadá y Estados Unidos como una alternativa similar a LEED, sobresale por su facilidad de uso, bajo costo y programa de preparación del usuario en la red. (Mercado Alcalá , 2012)

El sistema Green Globes es una herramienta revolucionaria de diseño y gestión ambiental en un edificio. Proporciona un protocolo de evaluación en línea, sistema de clasificación y una guía de diseño, gestión y operación de edificios verdes. Es interactivo, flexible, asequible. (Green Globes, 2016)

Tipos de Proyectos:

- Diseño de edificios nuevos y renovaciones significativas.
- Mantenimiento y operación de edificios existentes.
- Interiores sostenibles.



Figura N°4. Logo de Green Globes

Fuente: Green Globes (2016)

1.2.9.3 BREEAM

En Inglaterra, se desarrolló el sistema llamado BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), se reconoce como la competencia directa contra el sistema LEED. Aunque representa más del 60% de similitud, la mayor diferencia se basa en que el BREEAM requiere un asesor que verifica los criterios, cuando en el LEED, cualquier persona somete las pruebas al criterio de un Consejo. El BREEAM, a su vez, se basa en normativas europeas e inglesas, lo que lo vuelve más estricto y por lo tanto, no tiene tanta libertad de diseño, pero es más adaptable a otros países. (Mercado Alcalá , 2012)



Figura N°5. Logo de BREEAM

Fuente: BREEAM (2016)

BREEAM inspira a los desarrolladores y creadores a sobresalir, innovar y hacer un uso eficaz de los recursos. El enfoque en el valor y la eficacia sostenible BREEAM hace que el certificado desarrolle inversiones inmobiliarias atractivas y genera entornos sostenibles que mejoran el día a día de las personas que viven y trabajan en ellos.

Las normas, técnicas básicas y procesos de BREEAM promueven las mejores prácticas para todos los aspectos del desarrollo de la propiedad sostenible y su enfoque integral. BREEAM es propiedad de BRE Global Ltd. (parte del Grupo BRE).

BREEAM mide un valor sostenible en una serie de categorías, que van desde la energía hasta la ecología. Cada una de estas categorías se ocupa de los factores más determinantes, abarcando el diseño de bajo impacto ambiental y la disminución de las emisiones de carbono; diseñar con sostenibilidad y resistencia; adaptación al cambio climático; valor ecológico y la protección de la biodiversidad. (BREEAM, 2016)

Categorías:

- Energía
- Salud y bienestar

- Innovación
- Uso del suelo
- Materiales
- Administración
- Contaminación
- Transporte
- Residuos
- Agua

Tipos de certificación:

BREEAM Schools: Para nuevas escuelas y para grandes remodelaciones de éstas.

BREEAM Offices: Certifica tanto la construcción como la remodelación de oficinas.

BREEAM Retail: Califica Centros Comerciales.

BREEAM Prisons: Evalúa los Centros Penitenciarios, tanto la construcción como el grado de seguridad que tengan estos lugares.

BREEAM Industrial: Se puede calificar el almacenamiento y la distribución de los productos así como la luz de las naves industriales, fábricas y talleres.

BREEAM Multiresidential: Evalúa las Zonas Habitacionales, albergues, internados.

BREEAM Healthcare: Evalúa los hospitales, clínicas.

BREEAM Ecohomes: Evalúa nuevas casas, departamentos, grandes superficies de remodelación como los jardines.

BREEAM Bespoke: Evalúa categorías que quedan fuera de la norma, como pueden ser laboratorios, universidades, hoteles.

BREEAM Communities: Este tipo de certificación muy pronto será lanzada y servirá a los diseñadores y planificadores para mejorar y comparar sus

propuestas e independientemente certificará la sostenibilidad y el desarrollo de estas.

BREEAM International: Esta versión se aplica a obras que se encuentran fuera de Inglaterra, pero también los países pueden crear su propia evaluación BREEAM adecuándolo a las normas vigentes en cada región. Para lograr lo anterior el BRE (Building Research Establishment) les brinda asesoría a los países que estén interesados en crear su similitud BREEAM. (Morales Damián, 2009)

1.2.9.4 CASBEE

En el caso de Japón, el Gobierno impulsó un sistema llamado CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) que a diferencia del Sistema LEED y el BREEAM, no se basa en un sistema de puntaje, sino propone un programa de calificación más complejo que evita la búsqueda de más puntos al menor costo, pero promueve diseñar el edificio con mayor beneficio ambiental. Sin embargo este sistema representa en términos generales, mayor rigor y mayor costo. (Mercado Alcalá, 2012)



Figura N°6. Logo de CASBEE

Fuente: CASBEE (2016)

Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE) es un método para evaluar y calificar el rendimiento medioambiental de los edificios y el entorno construido. CASBEE fue desarrollado por un comité de investigación creado en 2001 a través de la colaboración de la academia, la industria y los gobiernos nacionales y locales, que estableció el Japan Sustainable Building Consortium (JSBC) bajo el auspicio del Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT).

CASBEE ha sido diseñado para brindar una mejora a la calidad de vida de las personas humanas y para disminuir el uso de recursos y las cargas ambientales asociadas con el entorno construido, de un solo hogar o de toda una ciudad. En consecuencia, varios esquemas CASBEE

actualmente están desplegados en todo Japón y cuenta con el apoyo de los gobiernos nacionales y locales. (CASBEE, 2016)

Clasificación por escala:

CASBEE Casas: Aplicado para las casas, viviendas pequeñas.

CASBEE Edificios: Aplicado para edificios.

CASBEE Desarrollo urbano: Utilizado para evaluar el rendimiento medioambiental de los bloques urbanos y el desarrollo del pueblo.

CASBEE Ciudades: Evalúa el desempeño ambiental a una escala del gobierno local.

Clasificación por etapa del ciclo de vida de un edificio:

CASBEE para pre diseños: Cuando la edificación se inscribe durante la etapa de pre diseño.

CASBEE para nuevas construcciones: Cuando la edificación se inscribe en la etapa de diseño.

CASBEE para edificios existentes: Cuando la edificación está en su etapa de operación.

CASBEE para renovaciones. Cuando la edificación será modificada estructural o arquitectónicamente.

1.2.9.5 Green Star

El sistema Green Star, manejado por el Green Building Council de Australia, es una adaptación del Sistema LEED y del Sistema BREEAM, para las necesidades específicas del país, en particular las múltiples regiones climáticas. Sin embargo, esta certificación solo está disponible para proyectos de oficinas y no existe una versión para proyectos habitacionales. (Mercado Alcalá , 2012)



Figura N°7. Logo de Green Star

Fuente: Green Star (2016)

Green Star es un sistema de calificación de sostenibilidad reconocido internacionalmente.

De los edificios individuales a comunidades enteras, Green Star está transformando la forma en que nuestro entorno construido se ha diseñado, construido y operado.

Puesto en marcha por el Australia Green Building Council en 2003, Green Star es el único sistema nacional y voluntaria de calificación para edificios y comunidades en Australia. (Green Building Council Australia, 2016)

El entorno construido es actualmente el mayor contribuyente individual del mundo para las emisiones de gases de efecto invernadero, y también consume alrededor de un tercio de nuestra agua y genera el 40 por ciento de los residuos. Green Star está ayudando a mejorar la eficiencia ambiental en edificios, y aumentar la productividad, crear empleo y mejorar la salud y el bienestar de las comunidades. (Green Building Council Australia, 2016)

Tipos de Proyectos:

Green Star Diseño y Construcción: Destinado para nuevas construcciones de edificios de cualquier tipo.

Green Star Interiores: Destinado para construcciones de interiores.

Green Star Comunidades: Destinado a proyectos de barrios, comunidades o distritos.

Green Star Rendimiento: Destinado a edificios existentes que busquen mayores niveles de eficiencia.

Proceso de Certificación:

Registro: Los proyectos están registrados por esta vía un proceso en línea simple en www.gbca.org.au

Documentación: Dado que los proyectos están diseñados, fabricados u operados, se deberá compilar una serie de documentación para demostrar

que sus edificios, interiores o comunidades cumplen con parámetros de sostenibilidad de Green Star.

Presentación: Esta documentación presenta al GBCA, para su evaluación.

Evaluación: Lo presentado es revisado por un panel independiente de expertos en desarrollo sostenible y se le asigna una puntuación global.

Certificación: Un certificado para la clasificación de estrella verde se concede como una verificación de terceros de la sostenibilidad de un proyecto.

Nivel de Certificación:

Todos los proyectos pueden lograr una certificación sin embargo debemos tener en cuenta que solo para proyectos existentes se pueden obtener certificaciones desde 1 estrella y, para proyectos de diseño y construcción de nuevos edificios nuevos, interiores y comunidades, las certificaciones son entregadas sólo si alcanzas el nivel de 4 a 6 estrellas. (Green Building Council Australia, 2016)

1 estrella: Práctica mínima.

2 estrellas: Práctica promedio.

3 estrellas: Buena práctica.

4 estrellas: La mejor práctica.

5 estrellas: Excelencia Australiana.

6 estrellas: Liderazgo Mundial.

1.2.9.6 WELL Building Standard

Well Building Standard es un sistema basado en el rendimiento para la medición, certificación y monitoreo del desempeño y características de la construcción que afectan a la salud y el bienestar. Well posee un cuerpo de investigación médica que explora la conexión entre los edificios (donde pasamos más del 90% de nuestro tiempo) y los impactos sobre la salud y el bienestar en nosotros como ocupantes. La Certificación

WELL desarrolla espacios que pueden ayudar a crear un entorno integrado que mejora la nutrición, estado de ánimo, patrones de sueño y rendimientos de sus ocupantes.

Well es administrado por el International WELL Building Institute (IWBI) una entidad de beneficio público cuya finalidad es mejorar, a través del entorno construido la salud humana y el bienestar. WELL es certificado por terceros por el Green Building Certification Institute (GBCI), que administra la certificación LEED y acreditación profesional LEED. (International Well Building Institute, 2015)



Figura N°8. Logo de WELL

Fuente: WELL (2016)

Conceptos:

WELL mide atributos de edificios que afectan a la salud de los ocupantes examinando siete factores, o conceptos:

Aire: Optimizar y conseguir una calidad del aire interior. Las estrategias incluyen la eliminación de contaminantes en el aire, la prevención y la purificación.

Agua: Optimizar la calidad del agua, mientras que la promoción de la accesibilidad. Las estrategias incluyen la eliminación de contaminantes a través de filtración y tratamiento, y la colocación estratégica.

Alimento: Fomentar hábitos alimenticios saludables, proporcionando los ocupantes con opciones más saludables de alimentos, señales de comportamiento, y el conocimiento acerca de la calidad de los nutrientes.

Luz: Minimizar la interrupción del ritmo circadiano del cuerpo. Los requisitos para el desempeño de la ventana y el diseño, la producción de luz y controles

de iluminación y los niveles de iluminación de tareas apropiadas se incluyen para mejorar la energía, el estado de ánimo y la productividad.

Fitness: Utilizar las tecnologías de diseño de construcción y estrategias basadas en el conocimiento para fomentar la actividad física. Requisitos están diseñados para proporcionar numerosas oportunidades para la actividad y el esfuerzo, permitiendo a los ocupantes para dar cabida a los regímenes de acondicionamiento físico dentro de su horario diario.

Confort: Crear un ambiente interior que es, productiva, y calmante sin distracciones. Las soluciones incluyen las normas de diseño y recomendaciones, capacidad de regulación térmica y acústica, y la implementación de políticas que cubre los parámetros acústicos y térmicos que son conocidas fuentes de malestar.

Mente: Apoyar la salud mental y emocional, proporcionando al ocupante con información periódica y el conocimiento de su entorno a través de elementos de diseño, espacios de relajación, y tecnología de última generación. (International Well Building Institute, 2015)

Tipos de proyectos:

Edificios nuevos y existentes: Esta tipología de proyectos se aplica a los edificios nuevos y existentes y aborda el alcance completo de diseño del proyecto y la construcción, así como los aspectos de las operaciones de construcción.

Interiores nuevos y existentes: Esta tipología de proyectos se aplica a los proyectos de interiores comerciales en los edificios existentes. Edificios diseñados bajo parámetros de núcleo y envolvente poseen algunas características que se pueden aplicar hacia los proyectos de interiores nuevos o existentes haciendo que la certificación para esta tipología se más fácil.

Núcleo y envolvente: Esta tipología está disponible para nuevos desarrollos núcleo y envolvente o para edificios de múltiples inquilinos que tratan de aplicar las condiciones básicas necesarias para lograr la certificación WELL. La tipología núcleo y la cubierta se refiere a la estructura del edificio,

ubicaciones de las ventanas y acristalamientos, la construcción de proporciones, calefacción, refrigeración y ventilación, así como la calidad del agua ya que se suministra al edificio. Esta tipología alienta el estudio del lugar en relación con los servicios y las oportunidades de bienestar. (International Well Building Institute, 2015)

Niveles de certificación:

Este sistema de certificación posee 3 niveles de certificación: plata, oro y platino.

1.2.9.7 EDGE

La certificación EDGE recompensa a los desarrolladores que implementan estrategias para disminuir el uso de energía y agua en sus edificios, así como la energía incorporada en los materiales. La certificación EDGE, que se ofrece al precio más bajo, contiene un certificado al final de la evaluación de diseño y una certificación definitiva después de una evaluación de construcción. El certificado EDGE preliminar se puede utilizar para promocionar el proyecto con la marca EDGE y desarrollar la propuesta de valor para los clientes que desean ser propietarios de un edificio ecológico, alquilarlo o trabajar en él.

EDGE disminuye el riesgo de pérdidas del inversionista, llama la atención de los clientes y expone un anuncio de responsabilidad social empresarial y responsabilidad ambiental. (EDGE, 2016)



Figura N°9. Logo de EDGE

Fuente: EDGE (2016)

Software EDGE:

EDGE es un programa creado por la International Finance Corporation (IFC), realiza los cálculos de ahorros en servicios públicos y la disminución del impacto de las emisiones de gases de efecto invernadero de su edificio

sustentable, comparándolos con los de una línea base. En el caso de los edificios no residenciales, es posible observar cuánto dinero adicional se requiere para construir edificios sustentables y el tiempo en el que podrá retornar la inversión.

El software EDGE es y será siempre gratuito. Solo se necesita un minuto para crear un perfil de usuario y luego usted puede empezar a elegir las opciones más económicas para el diseño de su edificio eficiente en el uso de recursos logre disminuir en al menos un 20% en energía, agua y energía incorporada en los materiales y su edificio habrá cumplido con la norma EDGE.

Para tener una mayor capacidad de comercialización de su edificio, asegúrese de completar todo el proceso hasta obtener la certificación EDGE. Proveedores de todo el mundo ofrecen la certificación de edificios ecológicos a tarifas accesibles. (EDGE, 2016)

Conceptos:

Ahorro de agua, ahorro de energía y ahorro de energía incorporada en los materiales.

Proceso de Certificación:

La certificación EDGE de edificios ecológicos tiene dos etapas: diseño y construcción. Cada etapa se asemeja a la otra, salvo por la auditoría en el lugar que se debe realizar en la etapa de construcción. Una vez completada la etapa de diseño, se otorga un certificado EDGE preliminar, lo que le permite comercializar su proyecto con la marca EDGE. Una vez completada la etapa de construcción, se otorga un certificado EDGE definitivo. (EDGE, 2016)

Proceso para lograr la certificación EDGE:

Crear un perfil: Cree un perfil de usuario en el software EDGE y autoevalúe gratuitamente la eficiencia de recursos de su diseño.

Registrar el proyecto: Registre su proyecto para obtener la certificación y pague la tarifa de registro.

Elegir un auditor: Contrate a un auditor de EDGE para lograr el cumplimiento de los requisitos.

Presentar la solicitud: Confíe en su auditor para presentar su solicitud al proveedor de certificación, quien evaluará su proyecto.

Certificar el proyecto: Obtenga un certificado EDGE de un certificador. (EDGE, 2016)

1.2.9.8 SITES

SITES es utilizado por los arquitectos paisajistas, diseñadores, ingenieros, arquitectos, promotores, los responsables políticos y otros para alinear el desarrollo y gestión de la tierra con el diseño sostenible innovador.

La tierra es un componente crucial del entorno construido y puede ser planificado, diseñado, desarrollado y mantenido para proteger y mejorar los beneficios que obtenemos de paisajes con funcionamiento saludable. SITES ayuda a crear comunidades con capacidad de recuperación ecológica y beneficia al medio ambiente, a los propietarios, a las comunidades locales y regionales y a su economía.

SITES es administrado por el Green Building Certification Institute (GBCI), y ofrece un sistema de evaluación integral diseñado para distinguir los paisajes sostenibles, medir su desempeño y elevar su valor. La certificación SITES es para proyectos de desarrollo ubicados en sitios con edificios o sin ellos que van desde parques nacionales a los campus corporativos, paisajes urbanos, hasta los hogares, y mucho más. (Sustainable SITES Initiative, 2016)



Figura N°9. Logo de SITES

Fuente: SITES (2016)

Niveles de Certificación:

La certificación SITES se basa en un sistema de puntos: el número de puntos que gana un proyecto determina el nivel de certificación que recibe. El proceso

de certificación SITES permite que los proyectos tengan una referencia de los criterios de rendimiento. El proceso se lleva a cabo a través de SITES Online , que es una herramienta simplificada diseñada para recoger la documentación de los proyectos y realizar el seguimiento de principio a fin. (Sustainable SITES Initiative, 2016). Según el puntaje obtenido se puede alcanzar los siguientes niveles de certificación:

- Certificación SITES: Se logra obteniendo de 70 a 84 puntos.
- SITES Plata: Se logra obteniendo de 85 a 99 puntos.
- SITES Oro: Se logra obteniendo de 100 a 134 puntos.
- SITES Platino: Se logra obteniendo 135 o más puntos.

Tipos de Proyectos:

La certificación SITES se aplica a los nuevos proyectos de construcción, así como los lugares existentes que incluyen reformas importantes. El lugar debe haber sido construido en los últimos dos años. No hay un tamaño máximo para un proyecto de lotes, pero el mínimo se fija en 2.000 pies cuadrados. (Sustainable SITES Initiative, 2016)

La certificación SITES puede ser aplicada en todo el mundo a una variedad de tipos de proyectos con edificios o sin ellos, por ejemplo:

- Espacios abiertos: Parques, jardines botánicos, entre otros.
- Paisajes urbanos y plazas: Vía pública.
- Comercial: Comerciales y de oficinas (áreas exteriores), campus decorativos.
- Residenciales: Barrios o corredores individuales.
- Educación/ Institucional: Planteles públicos y privados, museos, hospitales (áreas exteriores). (Sustainable SITES Initiative, 2016)

1.2.9.9 ISO 14001

ISO 14001: 2015 describe los requisitos para un sistema de gestión medioambiental que una entidad puede usar para mejorar su impacto ambiental. ISO 14001: 2015 es recomendada para una entidad que busca

gestionar mejor sus responsabilidades e impactos ambientales de una manera ordenada y sistemática que pueda contribuir a la sostenibilidad.

ISO 14001: 2015 exhorta a una entidad a lograr los resultados esperados de su sistema de gestión ambiental, que brinda valor para el medio ambiente, la propia entidad y las partes interesadas. En comunión con la política ambiental de la entidad, los resultados esperados de un sistema de gestión ambiental son las siguientes:

- Mejora del impacto ambiental.
- Cumplimiento de las obligaciones de cumplimiento.
- Consecución de los objetivos medioambientales.

ISO 14001: 2015 puede ser aplicada a cualquier entidad, independientemente de su tamaño, tipo y naturaleza, y se aplica a los aspectos medioambientales de sus actividades, productos y servicios que la organización determina considerando una perspectiva de ciclo de vida. ISO 14001: 2015 no impone criterios estandarizados o específicos de desempeño ambiental. (ISO, 2015)



Figura N°11. Logo de ISO 14001

Fuente: ISO (2016)

Requisitos:

La norma ISO 14001 obliga a la empresa diseñar un plan de gestión ambiental que incluya: objetivos y metas ambientales, políticas y procedimientos para lograr esas metas, responsabilidades bien definidas para cada área, actividades de preparación y capacitación del personal, documentación, evidencia y un sistema para controlar cualquier cambio, avance o mejora realizada. La norma ISO 14001 indica el proceso que debe seguir la entidad y

exhorta respetar las leyes ambientales nacionales. Sin embargo, no establece metas de desempeño específicas o estándares de productividad. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016)

Obtención de la certificación:

La certificación ISO 14001 la entregan agencias certificadoras gubernamentales o privadas, bajo su entera responsabilidad. Los servicios de certificación para el programa ISO 14001 son generados por agencias certificadoras acreditadas en otros países. ISO 14001 certifica la finca o la planta de producción, no el producto. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2016)

1.2.10 World Green Building Council

Desde 1998, representantes nacionales de los consejos de edificación sustentable se han reunido para examinar las actividades globales y ofrecer apoyo a los esfuerzos mutuos. Esto llevó a la reunión de fundación del Consejo Mundial de la Edificación Sustentable (WorldGBC, por sus siglas en inglés, World Green Building Council) en noviembre de 1999, en California, Estados Unidos, con ocho países participantes: Australia, Canadá, Japón, España, Rusia, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido y los Estados Unidos.

Posteriormente, en el año 2002 se definió su función principal como un esfuerzo para formalizar las comunicaciones internacionales, ayudar a los líderes de la industria a acceder a los mercados emergentes y dar una voz internacional a iniciativas de construcción ecológica.

A principios del 2007, los líderes nacionales del Consejo señalaron la necesidad urgente de establecer una Secretaría para el WorldGBC que directamente podría responder al creciente interés de la industria y las comunidades por los edificios verdes, desde una perspectiva internacional, estableciendo formalmente la Secretaría en Toronto, Canadá. (Mercado Alcalá , 2012)



WORLD GREEN BUILDING COUNCIL

Figura N°12. Logo de WGBC

Fuente: WGBC (2016)

El WorldGBC es una coalición de Consejos Nacionales de Edificaciones Sustentables, convirtiéndola en la organización internacional con mayor influencia en el mercado de los edificios verdes.

Su misión se define como “facilitar la transformación global de la industria de la construcción hacia la sustentabilidad a través de mecanismos impulsados por el mercado”.

Su objetivo es fomentar y apoyar a los Consejos de Edificación Sustentable nuevos y emergentes dejando a su alcance las herramientas y estrategias para fundar organizaciones fuertes y puestos de liderazgo en sus países (ver Figura 3.2). Una vez establecidos estos Consejos, el WorldGBC busca trabajar en estrecha colaboración con éstos, para promover los intereses en común, mediante la divulgación de acciones locales de la edificación sustentable, para hacer frente a problemas globales como el cambio climático. Al promover la colaboración entre los organismos internacionales y aumentar el sector del mercado de la construcción sustentable, trabajan para asegurar que los edificios sustentables formen parte de una estrategia conjunta para lograr reducciones de emisiones de carbono. (Mercado Alcalá , 2012)

1.2.11 United State Green Building Council (USGBC)

El USGBC o Consejo de Edificación Sustentable de los Estados Unidos fue co-fundado por Mike Italiano, Gottfried David y Rick Fedrizzi en 1993 [12]. Se trata de una organización comercial sin fines de lucro que promueve la sustentabilidad con el objetivo de enfrentar el problema del gasto energético en las edificaciones. Su visión es buscar “transformar la manera en la que edificios y comunidades se diseñan, construyen y operan, lo que

permite crear un ambiente ecológico, socialmente responsable, saludable y próspero, para mejorar la calidad de vida”. Su misión se traduce como “Edificios y comunidades que se regeneran y mantienen la salud y todo tipo de vida dentro de una generación”. Los principios por los cuales se guía son los siete siguientes:

- Promover soluciones que representen un balance entre la prosperidad ambiental, social y económica.
- Tomar responsabilidad como líderes.
- Reconciliar las actividades humanas con los sistemas naturales.
- Mantener la integridad y calidad asegurándose que se fundamenta en información técnica y científica.
- Asegurar una toma de decisiones democrática, interdisciplinaria e inclusiva.
- Demostrar honestidad, sinceridad y transparencia.
- Impulsar el respeto hacia todas las comunidades y culturas, aspirando a una equidad social.

Este Consejo está formado por partes interesadas del sector de la construcción, incluyendo a los propietarios, contratistas, arquitectos, ingenieros, fabricantes de productos y los grupos ecologistas. USGBC es mejor conocido por el desarrollo del sistema de certificación de Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (LEED), los sistemas de clasificación de edificios ecológicos y Greenbuild International Conference and Expo, que es una conferencia y exposición de la Edificación Sustentable que promueve la industria de la construcción ecológica, incluyendo el uso de materiales ambientalmente amigables, las técnicas de la arquitectura sostenible y las políticas pública.

Debido a su nombre, USGBC se confunde a veces con una entidad u organismo público, pero no lo es, es una empresa privada 501, basada en membrecías sin fines de lucro, con sus oficinas ubicadas en el centro de la Ciudad de Washington. A finales de marzo del 2011, USGBC ya contaba con más de quince mil organizaciones miembros de todos los ámbitos de la industria de la construcción. Su sistema de certificación LEED, para mayo del

2011, contaba con más de 30 000 proyectos registrados, de los cuales, más de 8 500 proyectos ya se encuentran certificados, entre ellos, 11 se localizan en México.

USGBC trabaja para exhortar a que los edificios sean ambientalmente responsables, rentables y lugares saludables para vivir y laborar. Para lograrlo, ha desarrollado una variedad de programas y servicios, y trabaja en estrecha colaboración con la industria clave y organizaciones de investigación y agencias gubernamentales federales, estatales y locales. También ofrece una variedad de oportunidades educativas, incluyendo talleres y seminarios ofrecidos por medio de Internet para educar al público y a los profesionales de la industria en los diferentes elementos de de la construcción ecológica, desde lo más básico hasta la información más técnica. Con el objetivo de facilitar la distribución de la información, se crearon 79 capítulos regionales del USGBC, exclusivamente dentro de los Estados Unidos (ver Figura 3.4), que buscan proveer recursos para la construcción sustentable, acceso a la educación y la posibilidad de crear redes de trabajo dentro de las comunidades.

A través de su asociación con el Instituto de Certificación de la Edificación Sustentable, USGBC ofrece a los profesionales de la industria, la oportunidad de ganar experiencia en el rubro de la construcción sustentable y recibir la acreditación como LEED Asociado Verde (LEED Green Associate), ya sea general (LEED AP) o con alguna especialidad. (Mercado Alcalá , 2012)

1.2.12 Green Building Certification Institute (GBCI)

El Instituto de Certificación de Edificación Sustentable (GBCI, por sus siglas en inglés, Green Building Certification Institute) es una organización de terceros que proporciona una supervisión independiente del USGBC, para realizar los procesos de acreditación para profesionales y administrar el programa de certificación LEED, realizando la revisión y la verificación técnica de los proyectos registrados, para determinar si han cumplido con los créditos establecidos por el sistema de certificación LEED.

Mientras que el USGBC se encarga de la elaboración del sistema de certificación LEED y brinda programas de educación basados en LEED, el Programa de Acreditación de Profesionales en LEED, es administrado de manera independiente por el GBCI, para permitir una gestión equilibrada y objetiva de las acreditaciones. El GBCI maneja todos los aspectos del programa de acreditación de profesionales LEED, incluyendo el desarrollo del examen, el registro de profesionales y la entrega de certificados. Esta separación en dos entidades lleva al Programa de Acreditación a cumplir las normas de excelencia en programación, planteadas por ANSI (American National Standard Institute / ISO (International Organization for Standardization) / IEC (International Electrotechnical Commission). (Mercado Alcalá , 2012)



Figura N°13. Logo de GBCI

Fuente: GBCI (2016)

Los exámenes de acreditación LEED son administrados por Prometric para GBCI. La acreditación de profesionales LEED reconoce que los profesionales de la construcción cuentan con los conocimientos y habilidades para lograr con éxito la dirección del proceso de certificación LEED. Entre 2001 y 2009, la principal credencial LEED fue el Profesional Acreditado LEED (LEED AP). Los LEED AP son profesionistas que han demostrado un profundo conocimiento de las prácticas y los principios de construcción sustentable así como del sistema de certificación LEED. Más de 110 000 personas se acreditaron como LEED AP entre 2001 y 2009. Pero en mayo de 2009, el GBCI comenzó a ofrecer un nuevo sistema de acreditación para profesionales que incluyen tres niveles de credenciales profesionales:

El primer nivel, se llama Asociado Verde LEED (LEED Green Associate). Este examen consta de 100 preguntas y se califica en una escala

de 125 a 200, con un puntaje de 170 requerido para aprobar y dura 2 horas. Los candidatos deben comprobar experiencia, ya sea al estar involucrados en un proyecto registrado para una certificación LEED, al estar o haber trabajado en una empresa dedicada a la sustentabilidad o estar Edificación sustentable Sistema LEED cursando o haber completado un programa educativo que maneja los principios de sustentabilidad. El costo de esta certificación es de 250 dólares excepto para miembros o estudiantes donde reciben un descuento de 50 dólares. Para mantener la acreditación, es necesario tomar, un mínimo de 15 horas, en cursos de actualización, al menos cada 2 años.

El segundo nivel, es llamado LEED AP con Especialidad, que no solo está diseñado para medir los conocimientos y habilidades en la comprensión del sistema de calificación LEED, sino también la capacidad para facilitar el proceso de certificación de los proyectos. Hay cinco versiones del examen de especialización LEED AP que corresponden a distintas versiones del sistema de certificación LEED (ver Figura 3.6). Los exámenes de LEED AP con Especialidad constan de 200 preguntas y dura 4 horas. Todos los exámenes de LEED están presentados en un formato de opción múltiple con puntuación computarizada instantánea después de su finalización. Los candidatos deben tener experiencia en la forma de participación documentada en un proyecto registrado o ya certificado por LEED. El costo del examen es de 550 dólares en total, mientras que los miembros pagan solo 400 dólares y para mantener la acreditación se deben cumplir 30 horas de cursos de actualización cada 2 años.

El tercer nivel, es llamado LEED Fellow y fue creado para honrar y reconocer a LEED AP que se distinguen por haber hecho una contribución significativa al campo de la edificación sustentable. Para obtener esta acreditación es necesario ser nominado por sus compañeros, tener más de 10 años de experiencia en el área de la edificación sustentable y deben tener 4 avales que verifiquen los logros del nominado. Los nominados serán entonces evaluados en cuanto a su competencia técnica, su disposición para ofrecer educación y tutoría, a su capacidad de liderazgo, su compromiso y su trayectoria como defensor de la sustentabilidad.

GBCI se compromete a garantizar la precisión en el diseño, desarrollo e implementación de procesos de medición de desempeño de los edificios sustentables a través de la certificación de los proyectos y las prácticas de edificación sustentable a través de las credenciales profesionales y los certificados y continúa desarrollando nuevos programas y ofreciendo al mercado la validación de que las certificaciones de edificación y de las denominaciones profesionales han cumplido con criterios específicos y rigurosos. (Mercado Alcalá , 2012)

1.2.13 Perú Green Building Council

Francesca Mayer, actual Coordinadora Ejecutiva del Perú Green Building Council (PGBC) define al PGBC como una ONG que agrupa a todas las empresas del rubro de construcción, que están enfocadas en mejorar la construcción y girar hacia una construcción sostenible. Todo tipo de empresa que contribuya a la construcción y genere construcción pueden hacerse miembros del PGBC.

PGBC busca motivar a que la gente construya de una manera más sostenible, tratar de cambiar la manera en la que estamos haciendo las cosas a una mejor manera, y por supuesto, hacer crecer el movimiento Green en el Perú. (Mayer, 2016)



Figura N°14. Logo de PGBC

Fuente: PGBC (2016)

Visión:

Liderar la implementación eficiente e integral de la construcción sostenible en el Perú a través de la educación, difusión y promoción con la finalidad de transformar la manera en que las edificaciones y comunidades son diseñadas, construidas y operadas. (PGBC, 2016)

Misión:

Las edificaciones en el Perú regeneraran la calidad de los ecosistemas, mejorando la calidad de vida y promoviendo el saludable desarrollo de sus comunidades, asegurando una herencia VERDE para nuestras futuras generaciones.(PGBC, 2016)

Objetivos generales:

- El Conjunto está enfocado en el desarrollo de proyectos de construcción sustentable, desde el concepto hasta la operación.
- Generar una cooperación del campo de la construcción para facilitar el establecimiento de una industria guiada por los mejores.
- Difundir una cultura dentro de la sociedad que conozca, valore e incentive los principios de la construcción sustentable.
- Desarrollar procedimientos y políticas que aseguren la operación del consejo bajo los criterios de equidad entre los miembros y ética para la toma de decisiones. (Peru Green Building Council, 2016)

Después de leer la misión, visión y objetivos del PGBC, nace una pregunta, ¿Qué relación tiene entonces con el programa de certificación LEED si es que no lo nombra en ningún punto? Francesca Mayer nuevamente nos brinda una respuesta:

El PGBC fomenta a la certificación LEED como una de las herramientas para construir sosteniblemente. La certificación LEED solamente te la otorga el USGBC, del cual nosotros somos miembros, pero no tenemos ningún tipo de poder, el PGBC no certifica, no otorga ni asesora, solo difunde la certificación y promociona a los proyectos que logran certificarse. (Mayer, 2016)

Esto responde a la pregunta, el PGBC como ONG no tiene como objetivo promocionar la certificación LEED, sino difundir la cultura de sostenibilidad en el Perú como medio de mitigación contra la contaminación ambiental y propone al programa de certificación LEED como una de las herramientas para medir el grado de sostenibilidad en un proyecto.

1.2.14 Escenario de Sostenibilidad en Perú

Al 30 de Junio del 2015 Perú cuenta contaba con una población de 31 151 643 habitantes, de los cuales 9834631 estarían ubicados en la capital según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2015).

Perú es parte de los acuerdos de la CMNUCC desde 1992 y se inscribió al Protocolo de Kyoto en 2002. Además desde 1992 el gobierno ha generado acciones estratégicas a nivel nación en relación al impacto ambiental que genera el cambio climático (SCN, 2010), algunas de las más importantes son: la aprobación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) en 2003; creación de la Ley (No. 28245) del Sistema de Gestión Ambiental para la coordinación e implementación de los acuerdos establecidos con la CMNUCC; promulgación de la Ley General del Ambiente en 2005 y la creación de la Política Nacional del Ambiente en 2009; creación de la Ley de la Eficiencia Energética en 2007; creación del Ministerio del Ambiente en 2008, y finalmente, la aprobación de la Agenda de Investigación Científica de Cambio Climático en 2009 (MA, 2014). Además de esto, existe una Comisión Nacional de Cambio Climático con 7 grupos técnicos que trabajan en temas como mitigación y Mecanismos de Desarrollo Limpio, investigación y tecnología, y adaptación al cambio climático *ibid*. Una iniciativa relevante es la liderada por el Ministerio del Ambiente, que promueve Inter-CLIMA, como espacio anual de encuentro e intercambio de experiencias para la gestión del cambio climático en el país (MA, 2013) (Tellez, L., Villarreal, L., Armenta, C., Porsen, R., & Bremer, M., 2014)

En el año 2012 se aprueba la Ley 29968 la cual estipula la creación del Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las inversiones Sostenibles (SENACE), el cual tiene como función revisar y denegar o certificar estudios de impacto ambiental en proyectos, regudlos por la ley de Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental que es la ley 27446.

En el año 2015 se aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible. En la actualidad, las mismas instituciones que escribieron el código, se encuentran trabajando para obtener una segunda edición, la cual

será más exigente y contará con nuevos alcances para lograr mayor sostenibilidad en una edificación.

Debe saberse también que el Perú cuenta con el Programa de Certificación LEED como uno de los instrumentos para la implementación de prácticas para la construcción de edificaciones sostenibles y esta herramienta viene siendo promovida por el Perú Green Building Council.

Perú ya cuenta con 134 proyectos inscritos, aspirando a alcanzar una certificación LEED, y 31 proyectos ya certificados, alcanzando así, un área de 509417.52 m² ya certificados.

1.3 Marco conceptual

1.3.1 Programa de certificación LEED V4

El programa de certificación LEED V4 proporciona, lidera y acelera la adopción global de edificaciones verdes, implementa técnicas y estrategias para mejorar el ambiente y la salud en áreas de desarrollo y proporciona a los dueños del proyecto y a sus operadores herramientas cuantificativas para medir la eficiencia de sus propiedades. (Perú Green Building Council, 2016)

1.3.1.1 Sistemas de calificación LEED

LEED, separa los diferentes tipos de proyecto dentro de sistemas de calificación debido a que cada proyecto posee características distintas, lo cual hace que deban ser evaluados con mayor rigurosidad en algunas de las 9 categorías que se describirán más adelante. Cada sistema posee una guía LEED, la cual describe las características que debe alcanzar el proyecto en cada categoría. El programa de certificación posee 5 sistemas de calificación:

LEED BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION (BD+C): LEED diseño y construcción de edificios. Para nuevas construcciones, incluidas las edificaciones donde solo se desarrollan núcleo y envolvente, el proyecto de edificación debe ser inscrito antes de la etapa de diseño si se desea ser evaluado bajo este sistema.

LEED INTERIOR DESIGN AND CONSTRUCCIÓN (ID+C): LEED diseño y construcción de interiores. Para diseño de interiores independientes en edificaciones, es decir si compras todo un nivel en un edificio y realizas el diseño de oficinas, esas oficinas pueden obtener una certificación LEED independientemente de que el edificio completo la posea o no una certificación.

LEED BUILDING OPERATIONS AND MAINTENANCE (O+M): LEED mantenimiento y operación de edificios. Para edificios existentes que deseen modificarse y reestructurarse para alcanzar sostenibilidad y obviamente una certificación LEED.

LEED HOMES: LEED hogares. Para viviendas unifamiliares o multifamiliares de hasta 3 niveles, de poseer más de 3 niveles el proyecto sería evaluado por el sistema LEED BD+C.

LEED NEIGHBORHOOD DEVELOPMENT: LEED desarrollo de barrios. Para barrios o urbanizaciones que deseen construirse sosteniblemente. Una edificación que sea construida dentro de un barrio o urbanización certificada LEED obtiene grandes ventajas ya que tiene algunos puntos otorgados por defecto en la categoría de sitios sostenibles.

1.3.1.2 Categorías de evaluación

Todos los sistemas evalúan la sostenibilidad de la edificación según 9 categorías de evaluación, cada categoría contiene prerrequisitos y créditos que son características que la edificación debe poseer para demostrar ser sostenible. Cada categoría tiene un puntaje máximo que otorga al proyecto en caso de cumplir con los créditos detallados, debe saberse también que los prerrequisitos no otorgan puntos, ya que son características mínimas que la edificación está obligada a tener si desea alcanzar una certificación.

Proceso integrativo:

Esta categoría parte del principio de que cuando se realiza una modificación al proyecto de edificación. El costo de este cambio estará en función de la etapa en la cual se encuentre el proyecto, en otras palabras, una modificación al proyecto cuando se está en la etapa de diseño no es tan costoso como cuando quieres hacer la misma modificación en la etapa de construcción. Para evitar realizar cambios al proyecto, durante las diferentes las etapas del mismo, esta categoría de evaluación, promueve la integración del dueño y los diferentes profesionales relacionados con el proyecto, antes y durante la etapa de diseño, esto con la finalidad desde un principio trazar las metas de sostenibilidad que se desea alcanzar, así como el capital económico con que se cuenta y de que no diseñen solo pensando en su especialidad, sino teniendo en cuenta los criterios de diseño de las demás especialidades, evitando así los tan temidos cambios o modificaciones durante otras etapas.



Figura N°15. Proceso integrativo

Fuente: USGBC (2016)

Localización y transporte:

Esta categoría busca alcanzar sostenibilidad a través de la ubicación del predio, con la finalidad de que los ocupantes del edificio, tengan diferentes alternativas para poder llegar hasta él, rutas de transporte, líneas de buses, trenes, metros, entre otros, de manera tal que prefieran utilizar vehículos de transporte público antes que vehículos particulares y así reducir la contaminación disminuyendo el uso de combustibles. Se enfoca también a promover el uso de vehículos verdes o medios de transporte sin uso de combustible como las bicicletas. Está categoría es una de las que ofrecen mayor cantidad de puntaje, ya que busca mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, una de las principales causas del cambio climático.



Figura N°16. Localización y transporte

Fuente: USGBC (2016)

Sitios sostenibles

Esta categoría busca la correcta ubicación del predio respecto a zonas verdes, el predio debe ubicarse de preferencia en un lugar ya urbanizado, de tal manera que no se invadan zonas forestadas. El nuevo edificio no debe interrumpir o modificar el ciclo del agua respecto a volúmenes de infiltración, escorrentía y evapotranspiración, además debe tenerse en cuenta el efecto de isla de calor que pueda generar la materialidad de la envolvente de la edificación (fachadas y coberturas) y exteriores pertenecientes al predio considerando las áreas verdes como una muy buena opción debido a su poca capacidad de retener el calor.



Figura N°17. Sitios sostenibles

Fuente: USGBC (2016)

Eficiencia en el uso de agua

Busca el ahorro máximo posible de agua en todas las actividades realizadas en la edificación tanto interior como en el exterior mediante el uso de aparatos sanitarios que utilicen el mínimo de agua posible, jardines con plantas nativas que no necesiten un riego constante, entre otros, se busca también fuentes alternativas de agua para abastecimiento del predio como el agua de lluvia.



Figura N°18. Eficiencia en el uso de agua

Fuente: USGBC (2016)

Energía y atmósfera

Busca el ahorro máximo posible de energía en todas las actividades realizadas en la edificación mediante el uso de equipos y luminarias que funcionen con el mínimo de energía posible y a su vez busca fuentes alternativas de energía, de preferencia energía producida de fuentes renovables, como lo son la energía eólica y la solar. Respecto a los equipos de refrigeración o control de temperatura interna se exige que utilicen refrigerantes que no contengan clorofluorocarbonos (CFCS), ya que son muy dañinos para la capa de ozono. Esta categoría es la que otorga la mayor cantidad de puntaje, ya que satisfacer sus exigencias mitiga de manera considerable la emisión de gases de efecto invernadero, los cuales son los causantes del cambio climático.



Figura N°19. Energía y atmósfera

Fuente: USGBC (2016)

Materiales y recursos

Esta categoría busca que la edificación utilice materiales que produzcan la menor cantidad de impactos ambientales durante su ciclo de vida, promueve el uso de materiales reciclados o reciclables. Esta categoría busca también reducir el volumen de material a eliminarse producto de la construcción del edificio, se debe buscar la manera de reutilizarse la mayor cantidad de material para tener la menor cantidad de volumen posible para eliminar.



Figura N°20. Materiales y recursos

Fuente: USGBC (2016)

Calidad del ambiente interior

Esta categoría toma en cuenta que los ocupantes del edificio, pasan gran cantidad de tiempo ahí, por lo cual la comodidad y confort que encuentren en el interior de la edificación influirá mucho en su desempeño laboral, salud, seguridad, entre otros, esto se realiza mediante un diseño óptimo que garantice una buena circulación interior de aire, luz natural.



Figura N°21. Calidad del ambiente interior

Fuente: USGBC (2016)

Innovación

Es considerada como categoría de bonificación junto con “prioridad regional”, y esto es debido a que brindan hasta 10 puntos adicionales a los 100 que suman las anteriores categorías. Lo que busca motivar a los proyectos de edificación a no solo cumplir los créditos de las anteriores categorías, sino a superarlos a través de la innovación, busca también motivarlos a descubrir nuevas formas de construir sosteniblemente o nuevas maneras de ayudar al medio ambiente a través de la construcción sostenible, las mejores innovaciones son consideradas a futuro para las próximas versiones de LEED.



Figura N°22. Innovación

Fuente: USGBC (2016)

Prioridad regional

Esta categoría también considerada adicional, tiene por objetivo que los proyectos de edificación pongan énfasis en la categoría que más necesite el país donde se encuentren, por ejemplo, si mi edificio se encuentra en un país que tiene un déficit de agua pues satisfacer la categoría de uso eficiente de agua es la prioridad, si en el país donde se ubica el edificio, cada año aumenta la cantidad de deforestación entonces la categoría de sitios sostenibles es la prioridad. El solo hecho de darle prioridad a las categorías que mejoran el medio ambiente en el país donde se ubiquen los hace acreedores de puntos extra que pueden ser decisivos a la hora de alcanzar la tan anhelada certificación.



Figura N°23. Prioridad regional

Fuente: USGBC (2016)

2.3.1.3 Niveles de certificación:

Existen 4 niveles de certificación acorde a los puntajes obtenidos en las categorías descritas anteriormente.

LEED CERTIFIED: Cuando la edificación alcanza una calificación que va de 40 a 49 puntos.

LEED SILVER: Cuando la edificación alcanza una calificación que va de 50 a 59 puntos.

LEED GOLD: Cuando la edificación alcanza una calificación que va de 60 a 79 puntos.

LEED PLATINUM: Cuando la edificación alcanza una calificación que va de 80 a más puntos.

1.3.2 Recursos hídricos

Perú cuenta con tres vertientes hidrográficas: la vertiente del Pacífico (1,8% de los recursos hídricos), la del Atlántico (genera 97,7% de los recursos hídricos), y la vertiente del Titicaca (el restante 0,5%). Contradictoriamente, la población está localizada en su mayoría en la vertiente del Pacífico, causando un problema de estrés hídrico: situación donde se produce una demanda mayor de agua que la cantidad que está disponible, o cuando el uso del agua se ve menguado por su baja calidad.



Figura N°24. Vertientes hidrográficas del Perú

Fuente: MINAM (2016)

De hecho, el balance hídrico realizado en la vertiente del Pacífico para proyectar los requerimientos de agua y la oferta de esta, indica que, si bien en la actualidad se cubre la demanda de agua, en más del 68% de las cuencas de la vertiente el balance es negativo. Por ejemplo, 9 de cada 10 peruanos vive en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas; y 1 de cada 2 se asienta en la costa.

De esta manera, aunque el Perú cuenta con la mayor disponibilidad per cápita de agua dulce renovable en América Latina (74,546 MMC/persona al año), la distribución de los recursos hídricos es asimétrica. La concentración de núcleos urbanos y de las actividades productivas en las tres vertientes hidrográficas genera una situación donde la demanda por recursos hídricos es máxima en las zonas donde la disponibilidad y el abastecimiento de agua son más escasos. (MINAM, 2015)

1.3.3 Recursos energéticos

Según el Balance Nacional de Energía (BNE) del año 2014 del Ministerio de Energía y Minas, nos dice que el Perú cuenta con reservas probadas de energía comercial de aproximadamente 29127 803 TJ, distribuidas de la siguiente manera.

Tabla N°3. Reservas probadas de energía comercial 2014, en Tera Jules (TJ)

FUENTE	RESERVAS PROBADAS	ESTRUCTURA (%)
Gas Natural	14 319 179	49
Hidroenergía	5 965 666	20
Líquidos del Gas Natural	3 848 706	13
Petróleo Crudo	3 953 166	14
Carbón Mineral	296 105	1
Uranio	744 981	3
TOTAL	29 127 803	100

Fuente: MINEM (2014)

Se puede afirmar entonces que la mayor cantidad de reserva energética con la que contamos es el gas natural, seguido por la hidrogenaría. Conociendo nuestras reservas energéticas analizaremos la producción de energía en el Perú al mes de diciembre del 2014.

Energía primaria:

Se denomina así a la energía producida por recursos naturales que no necesitan someterse a algún proceso de transformación. Según el BNE esta sería la producción.

Tabla N°4. Producción de energía primaria, en Tera Jules (TJ)

FUENTE	2013	2014	VARIACIÓN (%)
Energía Comercial			
Gas Natural + LGN (*)	695 787	718 972	3
Petróleo Crudo	132 930	146 479	10
Hidroenergía	100 389	99 899	-,5
Carbón Mineral	5 752	6 175	7
Subtotal	934 859	971 524	4
Energía No Comercial			
Leña	81 640	81 313	
Bagazo	20 405	21 520	5
Bosta & Yareta	7 990	7 701	-4
Energía Solar (**)	1 019	1 052	3
Subtotal	111 055	111 586	0
TOTAL	1 045 913	1 083 111	4

Fuente: MINEM (2014)

Se puede afirmar que la mayor producción energética nace del gas natural seguido por el petróleo crudo. El siguiente cuadro compara la cantidad de reservas con la producción energética.

Tabla N°5. Producción y reservas probadas de energía comercial, en Tera Jules (TJ).

FUENTE	PRODUCCIÓN	RESERVAS	ESTRUCTURAS (%)	
			PRODUCCIÓN	RESERVAS
Gas Natural + LGN	718 972	18 167 885	74,0	62
Petróleo Crudo	146 479	3 953 166	15,1	14
Hidroenergía	99 899	5 965 666	10,3	20
Carbón Mineral	6 175	296 105	0,6	1
Uranio	0	744 981	0	3
TOTAL	971 524	29 127 803	100	100

Fuente: MINEM (2014)

Se observa del cuadro que en el Perú produce mayor cantidad de energía de los recursos no renovables que de los renovables.

Energía secundaria:

Se le denomina así a la energía producida por los productos resultantes de la transformación de los recursos naturales (energía primaria).

Tabla N°6. Producción de energía secundaria, en Tera Jules (TJ)

FUENTE	2013	2014	VARIACIÓN (%)
Hidrocarburos	1 081 846	1 113 692	3
Electricidad	155 912	163 899	5
Carbón Vegetal	1 710	1 687	- 1
Derivados del Carbón	0	0	0
TOTAL	1 239 468	1 279 278	3,2

Fuente: MINEM, (2014)

Se puede afirmar que la producción más alta de energía secundaria es la de hidrocarburos, seguida por la electricidad, ambas relacionadas con la construcción.

Consumo final de energía por fuentes:

El mayor consumo de energía se realiza a través del Diésel y la electricidad.

Tabla N°7. Consumo final total de energía por fuentes, en Tera Jules (TJ)

FUENTE	2013	2014	VARIACIÓN (%)	Participación
Diesel B5/Diesel 2	208 975	204 762	- 2	27%
Electricidad	137 734	142 917	4	19%
Leña	77 366	77 095	0	10%
Gas Licuado	71 386	72 511	2	10%
Gasolina Motor *	9 877	10 252	4	1%
Gas Distribuido	70 001	77 691	11	10%
Kerosene-Jet	33 751	37 210	10	5%
Carbón Mineral	22 959	26 519	16	4%
No Energéticos de petróleo y gas	16 040	13 589	- 15	2%
Petróleo Industrial	17 094	9 416	- 45	1%
Bosta & Yareta	7 990	7 701	- 4	1%
Bagazo	7 706	4 087	- 47	1%
Gasohol	54 366	57 212	5	8%
Carbón Vegetal	1 746	1 697	- 3	0%
Coque	1 016	2 467	143	0%
Energía Solar	311	335	8	0%
Gas Industrial	0	0	-	0%
TOTAL	738 318	745 461	1	100%

Fuente: MINEM (2014)

Consumo final total de energía por sectores económicos:

Agrupando las fuentes se obtiene el siguiente cuadro según el BNE.

Tabla N°8. Consumo final total de energía por sectores económicos, en Tera Jules (TJ).

SECTOR	2013	2014	VARIACIÓN (%)
Transporte	307 282	310 847	1
Residencial, Comercial y Público	204 965	208 015	1
Industria y Minería	188 992	197 967	5
Agropecuario, Agroindustria y Pesca	18 759	12 319	- 34
No Energético	18 320	16 313	- 11
TOTAL	738 318	745 461	1

Fuente: MINEM (2014)

Se puede afirmar que los mayores consumos de energía son del sector transporte y el sector residencial, comercial y público, por ende también son los sectores que emiten mayor cantidad de gases de efecto invernadero.

Por este motivo, se debe buscar la manera de generar el ahorro en el uso de estos recursos energéticos en las edificaciones ya que disminuirá considerablemente el impacto ambiental que ellos producen.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general:

Usando la herramienta **LEED V4** se incrementa la eficiencia en el **uso de recursos hídricos y energéticos** de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.

1.4.2 Hipótesis específicas:

- Usando la herramienta LEED V4 se incrementa la eficiencia en el **uso de recursos hídricos** de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.
- Usando la herramienta LEED V4 se incrementa la eficiencia en el **uso de recursos energéticos** de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Tipo de la investigación

Aplicativa porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos basadas en técnicas existentes (Programa de certificación LEED). Confronta la teoría con la realidad. Da como resultados modelos de aplicación.

Enfoque cuantitativa porque la preponderancia del estudio (indicadores) se basa en la cuantificación y cálculo de los mismos. La tesis medirá el incremento de eficiencia en el uso de recursos contabilizando el ahorro de los mismos.

Descriptiva porque la tesis describe la situación actual en Perú (cambio climático y uso de energía) así como iniciativas de mitigación a través del programa de certificación LEED V4.

2.2 Nivel de la investigación

Descriptivo tiene el propósito de describir cómo es que se genera ahorro de recursos hídricos y energéticos mediante el programa de certificación LEED V4.

2.3 Diseño de la investigación

Observacional porque no se realizarán ensayos o experimento alguno.

Prospectiva porque se evaluarán el ahorro de recursos hídricos y energéticos después de modificar el proyecto Centro colonial.

Transversal porque la toma de información se realiza en un momento puntual, es decir, solo una vez.

2.4 Variables

2.4.1 Variable independiente

Herramienta LEED V4.

2.4.2 Variable dependiente

Uso de recursos hídricos y energéticos.

2.4.3 Operacionalización de variables

Tabla N°9. Operacionalización de variable dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	SUBVARIABLE	INDICADOR	INDICES	INSTRUMENTO	ITEMS	
Uso eficiente de recursos hídricos y energéticos	Agua	Uso del agua al exterior del edificio	Uso de agua en jardines	Cuestionario (basado en programa de Certificación LEED V4 – categoría "uso efectivo del agua")	1	
		Uso del agua al interior del edificio	Uso de agua en inodoros			del 2 al 9
			Uso de agua en urinarios			
			Uso de agua en griferías de baños públicos			
			Uso de agua en grifería de baños privados			
			Uso de agua en griferías de cocina			
			Uso de agua en cabezales de ducha			
			Uso de aguas lluvia			
	Reutilización de aguas.					
	Energía	Optimización de la energía	Orientación del edificio	Cuestionario (basado en programa de Certificación LEED V4 – categoría "energía y atmósfera")	del 10 al 14	
			Envolvente del edificio			
			Sistemas de aire acondicionado, calentamiento y calefacción			
			Uso de agua Caliente			
		Fuentes alternativas de energía	Energía Solar			15
			Respuesta a la demanda			

Elaboración: El autor.

2.5 Población y muestra

2.5.1 Población

La población de estudio incluye a todo proyecto de edificación que se encuentre en su etapa de diseño y posea más de tres niveles, ya que estos proyectos serían evaluados mediante el sistema de calificación LEED BD+C (building design and construction).

2.5.2 Muestra

Proyecto de uso mixto edificio Centro Colonial.

2.6 Técnicas de investigación

Para alcanzar el objetivo planteado, se probó un incremento de la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos en el proyecto Centro Colonial.

El método que se utilizó para lograr el objetivo es el uso de un cuestionario estructurado con preguntas dicotómicas basado en las categorías de “uso eficiente de agua” y “energía y atmósfera” de la guía LEED BD+C, perteneciente al programa de certificación LEED V4, el proyecto Centro Colonial se sometió a dicho cuestionario y los resultados obtenidos nos dieron un indicador de cuanta eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos posee el proyecto respecto a las dos categorías de evaluación LEED tratadas.

El procedimiento fue entonces modificar el proyecto Centro Colonial tomando en cuenta los indicadores que arrojen respuestas negativas en el cuestionario estructurado de tal manera que pueda aumentar el porcentaje de eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos del proyecto en mención.

2.7 Instrumentos de recolección de datos

Para la toma de datos se estructurará un cuestionario de valores dicotómicos en función a dos de las categorías de evaluación LEED V4 “Uso eficiente del Agua” y “Energía y atmósfera”.

El cuestionario en mención fue resuelto analizando el diseño del proyecto Centro Colonial haciendo uso de la información obtenida de los planos del proyecto (en sus diferentes especialidades), memoria descriptiva, especificaciones técnicas, entre otros.

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DEL CASO Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Contrastación de hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Hipótesis alterna (Ha)

Usando la herramienta LEED V4 **se incrementa** la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.

Hipótesis nula (Ho)

Usando la herramienta LEED V4 **no se incrementa** la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.

3.1.2 Hipótesis secundaria

Hipótesis alterna 1 (Ha1)

Usando la herramienta LEED V4 **se incrementa** la eficiencia en el uso de recursos hídricos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.

Hipótesis nula 1 (Ho1)

Usando la herramienta LEED V4 **no se incrementa** la eficiencia en el uso de recursos hídricos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.

Hipótesis alterna 2 (Ha2)

Usando la herramienta LEED V4 **se incrementa** la eficiencia en el uso de recursos energéticos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.

Hipótesis nula 2 (Ho2)

Usando la herramienta LEED V4 **no se incrementa** la eficiencia en el uso de recursos energéticos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.

3.2 Caso de la Investigación

Para el caso de investigación se utiliza de muestra el proyecto de edificación “Centro Colonial”. Se asume que el proyecto se encuentra en la etapa de diseño y quiere optar por incrementar el ahorro de agua y energía eléctrica en la edificación haciéndola así una edificación sostenible, lo cual hará más atractiva la oferta de viviendas, por este motivo se propone utilizar el programa de certificación LEED V4 para alcanzar sostenibilidad mediante el uso eficiente de recursos hídricos y energéticos.

3.2.1 Ubicación del proyecto

El predio donde se desarrollará la investigación se encuentra ubicado en la intersección de las Av. Óscar Benavides (Av. Colonial) y Calle Ramón Cárcamo, y tiene asignado el lote 9 de la Av. Colonial (Huerta Lacito). Posee un área de 2959.57 m², encerrado en un perímetro de forma irregular, cuenta con dos frentes (avenida y calle), y colinda con propiedades pertenecientes a terceros en sus otros lados.

3.2.2 Descripción del proyecto

Este proyecto consiste en un edificio conformado por dos pisos de uso comercial, dos torres de viviendas y tres sótanos, el sótano uno destinado

a estacionamientos de centro comercial y los sótanos dos y tres destinados a Viviendas.

Viviendas:

El proyecto cuenta con dos torres de viviendas las cuales están ubicadas de tal manera que vistas en planta forman una letra “T” y se desarrollan a partir del 3er nivel del proyecto.



Figura N°25. Proyecto Centro Colonial
Fuente: Los Portales (2015)

La primera torre posee un piso de servicios y amenidades para residentes, y 17 pisos de departamentos, cada piso posee 5 departamentos de dos dormitorios cada uno. La segunda torre posee 18 pisos de departamentos, cada piso a su vez posee 9 departamentos: 7 de dos dormitorios y 2 de un dormitorio, esta torre cuenta también con una terraza. Ambas torres alcanzan una altura total de 57.725m.

Centro Comercial:

El proyecto plantea generar la zona comercial en los dos primeros niveles en forma de un “Strip Mall” estructurado por una “calle” comercial interna. Este uso es independiente de las dos torres de departamentos.

Estacionamientos

Adicionalmente, el proyecto incluye tres sótanos para estacionamientos, el sótano 1 es destinado para el centro comercial y los sótanos 2 y 3 son destinados para los dueños de las viviendas.

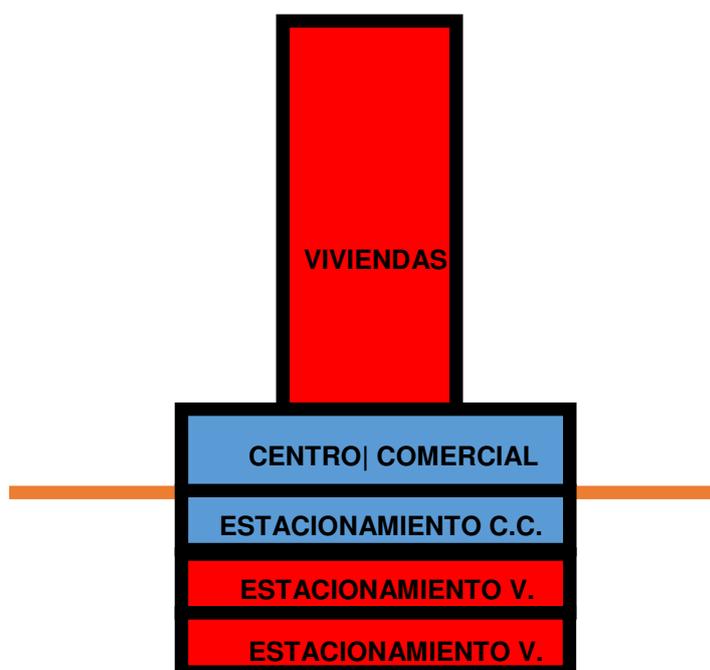


Figura N°26. Distribución de plantas del proyecto Centro Colonial.

Elaboración: El autor.

3.3 Porcentaje de eficiencia hídrica y energética del caso

3.3.1 Uso eficiente de recursos hídricos

Se aplica entonces el cuestionario dicotómico (ver anexo 1), el cual fue estructurado basado en los prerrequisitos y créditos dentro de la categoría “uso eficiente de agua” de LEED V4, de tal manera que mientras se obtengan más respuestas “Si” el proyecto demuestra poseer mayor eficiencia en el uso de recursos hídricos. Se obtiene los resultados de la tabla 10.

Tabla N°10. Cuestionario aplicado al proyecto Centro Colonial en la categoría “Uso eficiente del agua”.

USO EFICIENTE DEL AGUA	SI	NO
Los jardines se mantienen sin regarse permanentemente después de un periodo de establecimiento máximo de 2 años.	X	
Los inodoros consumen menos volumen de agua respecto a la línea base.		X
Los urinarios consumen menos volumen de agua respecto a la línea base.		X
Las griferías de baños públicos consumen menos volumen de agua respecto a la línea base.		X
Las griferías de baños privados consumen menos volumen de agua respecto a la línea base.		X
Las griferías de cocinas consumen menos volumen de agua respecto a la línea base.		X
Los cabezales de ducha consumen menos volumen de agua respecto a la línea base		X
El edificio utiliza fuentes alternativas de agua.		X
El edificio posee un sistema de reutilización de aguas.		X

Elaboración: El autor.

Del cuestionario anterior se obtiene el gráfico N°1. En este gráfico se aprecia que el proyecto Centro Colonial posee solo un 11 % de eficiencia en el uso de recursos hídricos, es factible entonces afirmar que este porcentaje puede mejorarse, tomando medidas para contrarrestar los indicadores con resultados negativos.

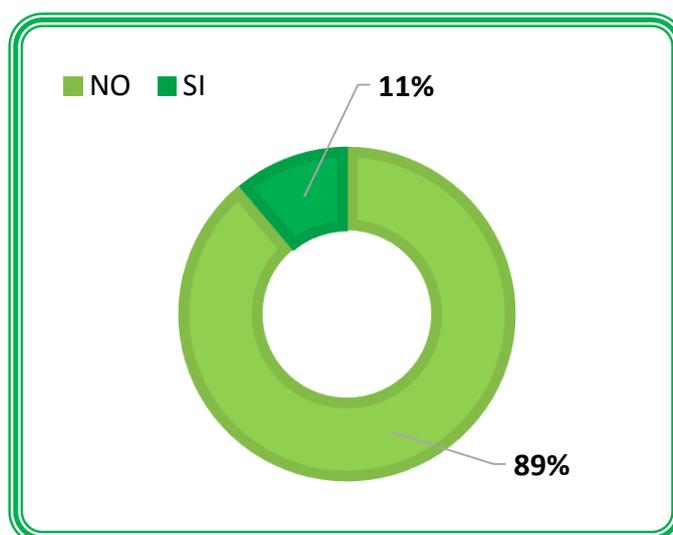


Gráfico N°1. Eficiencia en el uso de recursos hídricos del proyecto Centro Colonial.

Elaboración: El autor

3.3.2 Uso eficiente de recursos energéticos

Se aplica entonces el cuestionario dicotómico (ver anexo 1), el cual fue estructurado basado en los prerrequisitos y créditos dentro de la categoría “energía y atmósfera” de LEED V4, de tal manera, que mientras se obtenga más respuestas “Sí” el proyecto demuestra poseer mayor eficiencia en el uso de recursos energéticos. Teniendo como resultado lo indicado en la tabla 11.

Tabla N°11. Cuestionario aplicado al proyecto Centro Colonial en la categoría “Energía y atmósfera”

ENERGIA Y ATMOSFERA	SI	NO
El edificio está orientado teniendo en cuenta la ubicación y recorrido del sol durante las diferentes etapas del día.	X	
La envolvente del edificio posee materiales aisladores de calor.		X
El edificio posee un sistema de automatización para el aire acondicionado.		X
El edificio posee equipos de agua caliente bajos en consumo de energía.		X
El edificio posee un sistema de automatización de la iluminación.		X
El edificio produce o utiliza fuentes alternativas de energía renovable.		X
El edificio participa o está acondicionado para participar a futuro en tecnologías y programas de respuesta a la demanda.		X

Elaboración: El autor.

Del cuestionario anterior, se obtiene el gráfico N°2. En este gráfico, se aprecia que el proyecto Centro Colonial posee un 14% de eficiencia en el uso de recursos energéticos; sin embargo, este porcentaje aún puede mejorarse, tomando medidas para contrarrestar los indicadores con resultados negativos.

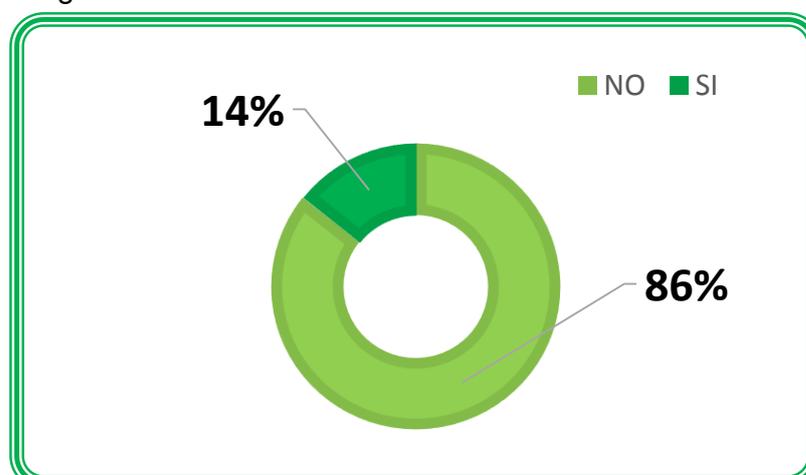


Gráfico N°2. Eficiencia en el uso de recursos energéticos del proyecto Centro Colonial

Elaboración: El autor.

3.4 Aplicación de la Herramienta LEED V4

3.4.1 Selección de sistema de calificación LEED V4

Se asume, como ya se mencionó, que el proyecto Centro Colonial está en etapa de diseño, por lo cual eso nos ubica en el **sistema de calificación LEED BD+C** (building design and construction).

3.4.2 LEED BD+C: Tipo de proyecto.

Dentro de este sistema de calificación LEED BD+C se debe conocer qué tipo de proyecto se va a diseñar, sin embargo no existe un solo tipo de proyecto en sí, ya que la edificación posee niveles que no llevarán acabados, sino solo deberán dejarse en casco, esto es debido a que se está diseñando un proyecto de uso mixto, es decir que posee dos usos, el de vivienda centro comercial.

Los dos primeros niveles del edificio son destinados a un centro comercial, en estos niveles el proyecto sólo abarca la construcción y acabados de áreas comunes, fachadas y coberturas, no incluyen los acabados en los diferentes locatarios, por lo cual sería evaluado según el sistema de certificación “LEED BD+C para núcleo y envolvente”. Sin embargo a partir del tercer nivel de la edificación hacia arriba, todos los niveles son destinados a viviendas, en estos niveles los departamentos y áreas comunes serán construidos en su totalidad (casco y acabado), es por esta razón que el debería ser evaluado según el sistema de certificación “LEED BD+C para construcciones nuevas y renovaciones mayores”.

Surge la siguiente pregunta, al ser un proyecto de uso mixto, ¿Bajo qué tipo de sistemas de certificación LEED BD+C será evaluado? LEED V4 asigna el tipo de sistema de certificación en función a las áreas techadas. Si el área del proyecto construida en su totalidad (casco y acabado) es mayor al 60% del área techada total, entonces el proyecto sería evaluado por el sistema de certificación LEED BD+C para construcciones nuevas y renovaciones mayores. Si se diese el caso contrario el proyecto sería evaluado por el sistema de certificación LEED BD+C para núcleo y envolvente.

Tabla N°12. Cuadro de áreas techadas del proyecto Centro Colonial.

AREAS TECHADAS	
Sótano 3	1841.38
Sótano 2	2421.71
Sótano 1	2466.02
Piso 1	2217.51
Piso 2	2205.88
Piso 3	1001.85
Piso 4	1007.6
Piso 5	947.89
Piso 6	1007.6
Piso 7	947.89
Piso 8	947.89
Piso 9	1007.6
Piso 10	947.89
Piso 11	1007.6
Piso 12	947.89
Piso 13	947.89
Piso 14	1007.6
Piso 15	947.89
Piso 16	1007.6
Piso 17	947.89
Piso 18	947.89
Piso 19	947.89
Piso 20	1007.6
Piso 21 - Terraza	151.27
TOTAL	28837.72

Elaboración: El autor.

Teniendo las áreas del proyecto, se procede a hacer las sumas correspondientes para determinar el área del proyecto que se construirá en su totalidad (construcciones nuevas) y el área de proyecto que no considera los acabados en su totalidad (núcleo y envolvente) obteniendo lo siguiente:

$$CN = \text{Sótano 3} + \text{Sótano 2} + \text{Sotano 1} + \text{Piso 3} + \dots + \text{Piso 21(Terraza)}$$

$$CN = 24414.33 \text{ m}^2$$

$$NE = \text{Piso 1} + \text{Piso 2}$$

$$NE = 4423.39 \text{ m}^2$$

Donde:

CN = Construcciones Nuevas

NE = Núcleo y envolvente

Se debe tener en cuenta que el Sótano 1 a pesar de pertenecer al Centro Comercial se realizará en su totalidad (casco y acabado) por la

empresa constructora, por lo cual no puede ser considerado como área de “núcleo y envolvente”.

Se obtiene la siguiente tabla:

Tabla N°13. Porcentaje de áreas de Construcción Nueva y Núcleo y Envolvente.

	AREA	%
CN	24414.33	84.66
NE	4423.39	15.34
TOTAL	28837.72	100.00

Elaboración: El autor.

Se observa de la Tabla N°13 que el área de Construcciones Nuevas es mayor al 60 % del área total de la edificación, por ello nuestro proyecto Centro Colonial será evaluado por el sistema de certificación LEED BD+C para construcciones nuevas y renovaciones mayores.

3.5 Uso eficiente de recursos hídricos

Para incrementar la eficiencia en el uso de recursos hídricos del proyecto, usaremos la guía LEED BD+C. Así mismo se debe cumplir con los prerrequisitos y créditos de la categoría de evaluación “Uso eficiente del agua”.

3.5.1 Consumo de agua exterior

Este punto busca optimizar el uso de agua al exterior del edificio, pero dentro del predio, es decir el agua que utilizada para mantener los jardines.

El proyecto centro colonial cuenta con 370 m² cuadrados de jardines, inicialmente se pensó utilizar los denominados jardines secos, los jardines secos, tienen la característica de llenar el área destinada a jardines con piedras de diferentes colores y plantas que no necesitan regarse con frecuencia, esta es una muy buena opción si lo que se busca es ahorrar el agua para mantenimiento de jardines, sin embargo el poseer un jardín seco nos brindaría puntaje por ahorro de agua pero no nos otorgaría puntaje en la

categoría de “Sitios sostenibles” la cual busca que el predio posea áreas verdes que combatan la huella de carbono y el fenómeno de isla de calor.

Por ese motivo para el proyecto Centro Colonial propondremos a la empresa Del Jardín, quien nos brinda la propuesta del Bio techo. La propuesta del bio techo brinda a la edificación plantas con bajo consumo de agua, ya que utiliza especies de plantas nativas, las cuales están adaptadas a la zona y no requieren mucho cuidado. El bio techo cuenta con un sistema de riego por goteo automatizado el cual es el método más óptimo para riego de jardines.

El diseño del jardín deberá ser analizado con el software Water Sense Water Budget Tool, el cual muestra el consumo de agua en función del área de jardín, el lugar donde se construya la edificación y la especie de plantas que posea.

3.5.2 Consumo de agua interior

Este punto busca optimizar el uso de agua en el interior del edificio. Para el proyecto Centro Colonial en particular, se realizarán dos tipos de análisis, uno para áreas de construcción nueva y otro para áreas de núcleo y envolvente.

Construcciones Nuevas (viviendas)

Para iniciar el análisis, debemos saber cuántas personas ocuparán la edificación con la finalidad de conocer la demanda de agua en los niveles destinados a viviendas, para ello se usará la tabla N°14, extraída del artículo 3 de la norma A-130 “Requisitos de seguridad” del Reglamento Nacional de Edificaciones .

Tabla N°14. Coeficientes de ocupación según uso o tipología.

TIPOLOGÍA	USO, AMBIENTE, ESPACIO O ÁREA	COEFICIENTE O FACTOR
Vivienda	1 dormitorio	2 personas
	2 dormitorios	3 personas
	3 dormitorios o más	5 personas

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Tabla N°15. Número de personas residentes en los niveles de vivienda.

NUMERO DE PERSONAS			
	dpt. 1 dorm.	dpt. 2 dorm.	personas
3er piso	2	7	25
4to piso	2	12	40
5to piso	2	12	40
6to piso	2	12	40
7mo piso	2	12	40
8vo piso	2	12	40
9no piso	2	12	40
10mo piso	2	12	40
11mo piso	2	12	40
12mo piso	2	12	40
13er piso	2	12	40
14to piso	2	12	40
15to piso	2	12	40
16to piso	2	12	40
17mo piso	2	12	40
18vo piso	2	12	40
19no piso	2	12	40
20mo piso	2	12	40
TOTAL			705

Elaboración: El autor.

La tabla N°15 describe, para cada nivel, cuantos departamentos poseen un dormitorio y cuantos poseen dos, y haciendo uso de la tabla N°14 que detalla el número de personas en función a la cantidad de dormitorios que posea el departamento podemos conocer el número de personas por cada nivel. Se observa entonces que los departamentos en su totalidad serán ocupados por 705 personas.

Según LEED V4 para una edificación, debe asumirse igual número de varones que de mujeres, sin embargo, en caso que el número total de residentes sea un número impar, debe considerarse que hay más mujeres que varones, por lo tanto se concluye que de los 705 residentes del edificio, 353 son mujeres y 352 son varones.

Una vez que se conoce el número de residentes en la edificación, se debe conocer el número de usos por día de cada accesorio sanitario que vaya a instalarse, para ello LEED V4 brinda la cantidad de usos por ocupantes por día, la cual toma de referencia del Código Internacional de Fontanería,

obteniendo entonces la tabla N°16 la cual define la cantidad de usos de cada accesorio por día de uso.

Tabla N°16. Usos totales de accesorios por día en niveles de vivienda.

USOS TOTALES DE ACCESORIOS POR DÍA			
Tipo de accesorio	Uso por ocupante por día	N° de ocupantes	N° de usos por día
Inodoros damas	5	353	1765
Inodoros varones	5	352	1760
Grifería de lavadero (duración 1 min)	5	705	3525
Ducha (duración 8 min)	1	705	705
Grifería en cocina (duración 1 min)	4	705	2820

Elaboración: El autor.

LEED V4 brinda la tabla N°17 elaborado en función al código internacional de fontanería, el cual describe la cantidad de agua que usa cada accesorio sanitario ahorrador de agua estándar. Esta cantidad de agua por accesorio multiplicada por el número de usos de cada accesorio por día nos brinda la demanda de agua por día, el cual denominaremos línea base. Las modificaciones que realicemos para ahorrar agua deben ser comparadas con esta línea base, de esta manera conoceremos cuanto porcentaje de agua ahorra el proyecto.

Tabla N°17. Consumo de agua de línea base para aparatos y accesorios

<i>Aparato o accesorio</i>	<i>Línea base (unidades IP)</i>	<i>Línea base (unidades SI)</i>
Sanitarios*	1,6 gpf	6 lpf
Urinaros*	1,0 gpf	3,8 lpf
Grifos de cuartos de baño de servicios públicos	0,5 gpm a 60 psi** todos los demás excepto usos privados	1,9 lpm a 415 kPa, todos los demás excepto usos privados
Grifos de cuartos de baño de servicios no públicos	2,2 gpm a 60 psi	8,3 lpm a 415 kPa
Grifos de cocinas (excepto grifos usados exclusivamente para operaciones de llenado)	2,2 gpm a 60 psi	8,3 lpm a 415 kPa
Cabezales de ducha*	2,5 gpm a 80 psi por cabina de ducha	9,5 lpm a 550 kPa por cabina de ducha

Fuente: LEED V4 BD+C, para diseño y construcción de edificios.

Teniendo entonces las especificaciones base de la tabla N°17 y los usos totales de cada accesorio por día, se obtiene la tabla N°18 la cual dice que los niveles destinados a vivienda del Centro Colonial poseerá una demanda de

agua de 80511 litros por día, ese volumen de agua será entonces la línea base.

Tabla N°18. Consumo de agua por día en niveles de vivienda del proyecto Centro Colonial (línea base).

CONSUMO DE AGUA POR DIA (LINEA BASE)			
Instalaciones de uso residencial	Especificaciones base	Usos totales por día	Litros consumidos por día
Inodoros damas	6 litros por uso	1765	10590
Inodoros varones	6 litros por uso	1760	10560
Griferías de lavadero	8.3 litros por minuto a 4.15 Kg/cm ²	3525	29257.5
Ducha	9.5 litros por minuto a 5.50 kg/cm ²	705	6697.5
Griferías de cocina	8.3 litros por minuto a 4.15 Kg/cm ²	2820	23406
TOTAL (lt/día)			80511

Elaboración: El autor.

Para reducir el consumo de agua, debemos utilizar accesorios sanitarios que utilicen menos volumen de agua que los accesorios sanitarios estándar. La guía LEED BD+C, nos propone el uso de accesorios ahorradores especificados en la tabla N°19 los cuales generan una disminución en el volumen de agua por uso.

Tabla N°19. Consumo de agua por día en niveles de vivienda del Proyecto Centro Colonial (por debajo de la línea base).

CONSUMO DE AGUA POR DIA (POR DEBAJO DE LA LINEA BASE)			
Instalaciones de uso residencial	Especificaciones base	Usos totales por día	Litros consumidos por día
Inodoros damas	4.8 litros por uso	1765	8472
Inodoros varones	4.8 litros por uso	1760	8448
Griferías de lavadero	5.7 litros por minuto a 4.15 Kg/cm ²	3525	20092.5
Ducha	7.6 litros por minuto a 5.50 kg/cm ²	705	5358
Griferías de cocina	6.7 litros por minuto a 4.15 Kg/cm ²	2820	18894
TOTAL (lt/día)			61264.5

Elaboración: El autor.

De la tabla N°19, se observa que usando accesorios sanitarios ahorradores los niveles destinados a vivienda del proyecto Centro Colonial poseerán una demanda de agua de 61264.5 litros por día. Comparando entonces la demanda de agua obtenida con la demanda de agua de la línea base el cual fue 80511 litros por día. Se aplica la siguiente fórmula.

1 – (Consumo de agua del proyecto / Consumo de agua de la línea base)

$$1 - (61264.5 / 80511) = 0.2391$$

$$0.2391 * 100 = 23.91 \%$$

Comparado con la demanda de agua de la línea base, se obtiene un ahorro de agua del 23.91 %. Teniendo este porcentaje de ahorro solo estamos cumpliendo con el prerrequisito 2, el cual significa que se debe generar un ahorro mínimo del 20 % respecto a la línea base. Si se quiere ganar puntaje en la evaluación se deberá cumplir con el crédito 2, el cual nos dice que se debe generar un ahorro de agua mayor al 25 % respecto a la línea base. Para lograr esto se propone el uso de griferías y cabezales de ducha que generen mayor cantidad de ahorro que las recomendadas por la guía LEED BD+C. Se obtiene entonces la tabla N°20.

Tabla N°20. Consumo de agua por día en niveles de vivienda del Proyecto Centro Colonial (griferías ahorradoras).

CONSUMO DE AGUA POR DIA (grifería ahorradora)			
Instalaciones de uso residencial	Especificaciones base	Usos totales por día	Litros consumidos por día
Inodoros damas	4.8 litros por uso	1765	8472
Inodoros varones	4.8 litros por uso	1760	8448
Griferías de lavadero	1.9 litros por minuto a 4.15 Kg/cm ²	3525	6697.5
Ducha	6 litros por minuto a 5.50 kg/cm ²	705	4230
Griferías de cocina	6.7 litros por minuto a 4.15 Kg/cm ²	2820	18894
		TOTAL (lt/día)	46741.5

Elaboración: El autor.

De la tabla N°20, se observa que usando accesorios sanitarios recomendados por LEED y las griferías con mayor cantidad de ahorro, los niveles destinados a viviendas del proyecto Centro Colonial poseerán una demanda de agua de 46741.5 litros por día. Comparamos entonces la demanda de agua obtenida con la demanda de agua de la línea base el cual fue 80511 litros por día. Se aplica la siguiente fórmula.

1 – (Consumo de agua del proyecto / Consumo de agua de la línea base)

$$1 - (46741.5 / 80511) = 0.4194$$

$$0.4194 * 100 = 41.94 \%$$

Comparado con la demanda de agua de la línea base, se obtiene un ahorro de agua del 41.94 %. Teniendo este porcentaje de ahorro se cumple con el prerrequisito 2 y con el crédito 2 obteniendo 4 de los 6 puntos que puede otorgar este crédito.

Núcleo y envolvente

A diferencia de una edificación del tipo vivienda que identifica la cantidad de residentes en el edificio, la edificación del tipo núcleo y envolvente identifica empleados (Full time equivalency - FTE) y visitantes (Visitors -V) para poder conocer la demanda de agua.

Tabla N°21. Número de empleados (FTE) y visitantes (V).

	USO	AREA	M2 POR EMPLEADOS	M2 POR VISITANTES	N° EMPLEADOS	N°VISITANTES
P I S O 1	Area Común	513.05	51	12	11	43
	tienda 1	30.35	51	12	1	3
	tienda 2	40.77	51	12	1	4
	tienda 3	52.7	51	12	2	5
	tienda 4	34.45	51	12	1	3
	tienda 5	42.53	51	12	1	4
	tienda 6	40.9	51	12	1	4
	tienda 7	59	51	12	2	5
	tienda 8	69.63	51	12	2	6
	tienda 9	29.12	51	12	1	3
	tienda 10	35.67	51	12	1	3
	tienda 11	35.07	51	12	1	3
	tienda 12	44.77	51	12	1	4
	tienda 13	34.26	51	12	1	3
supermercado	492	51	12	10	41	
almacén	267	1860	0	1	0	
P I S O 2	Area Común	417.7	51	12	9	35
	tienda 14	46.6	51	12	1	4
	tienda 15	39	51	12	1	4
	restaurante 1	229.1	40	9	6	26
	restaurante 2	120.95	40	9	4	14
	fast food 1	59.75	51	11	2	6
	fast food 2	59.75	51	11	2	6
	fast food 3	59.75	51	11	2	6
	fast food 4	59.75	51	11	2	6
	banco 1	166.3	56	12	3	14
banco 2	214.5	56	12	4	18	
oficina	31.5	23	0	2	0	
				TOTAL	76	273

Elaboración: El autor.

De la tabla N°21, se observa que los niveles del tipo núcleo de envolvente serán ocupados por 76 empleados (FTE) y 273 visitantes (V), según LEED V4 debe considerarse igual número de varones que de mujeres, sin embargo, en caso el número total de empleados o visitantes, sea un número impar, debe considerarse que hay más mujeres que varones, por lo tanto, se considera que de los 56 empleados, 28 son mujeres y 38 serán varones mientras que de los 273 visitantes se considera que 137 son mujeres y 136 serán varones.

Una vez que se conoce el número de empleados y visitantes en los niveles del tipo núcleo y envolvente, se tiene que conocer el número de usos por día de cada accesorio sanitario instalado, para ello LEED V4 brinda la cantidad de usos por ocupantes por día para edificaciones de uso no residencial, la cual toma de referencia del Código Internacional de Fontanería, obteniendo entonces la tabla N°22 la cual define la cantidad de usos de cada accesorio por día de uso.

Tabla N°22. Usos totales de accesorios por día en niveles de vivienda.

USOS TOTALES DE ACCESORIOS POR DIA						
Tipo de accesorio	Full Time Equivalency (FTE)			Visitors (V)		
	Uso por ocupante por día	N° de ocupantes	N° de usos por día	Uso por ocupante por día	N° de ocupantes	N° de usos por día
inodoro damas	3	38	114	0.5	137	69
inodoro varones	1	38	38	0.1	136	14
Urinario	2	38	76	0.4	136	55
Ducha	0.1	76	7.6	0	0	0
Grifería de lavadero (duración 30 seg)	3	76	228	0.5	273	137

Elaboración: El autor.

Como ya se sabe, LEED V4, brinda la tabla N°17 elaborada en función al código internacional de fontanería, la cual describe la cantidad de agua que usa cada accesorio sanitario ahorrador de agua estándar instalado. Esta cantidad de agua por accesorio multiplicada por el número de usos de cada accesorio por día nos da la demanda de agua por día, el cual será denominado como línea base. Las modificaciones que realicemos para ahorrar agua deben ser comparadas con esta línea base, de esta manera se conoce cuanto porcentaje de agua ahorra el proyecto.

Tomando entonces las especificaciones base de la tabla N°22 y los usos totales de cada accesorio por día, se obtiene la tabla N°23 la cual nos dice que los niveles de tipo núcleo y envolvente del proyecto Centro Colonial

poseerá una demanda de agua de 2673.5 litros por día, ese volumen de agua será entonces nuestra línea base.

Tabla N°23. Consumo de agua por día del proyecto Centro Colonial (línea base).

CONSUMO DE AGUA POR DIA (LINEA BASE)				
Instalaciones del tipo núcleo y envolvente	Especificaciones base	Usos totales por día (FTE)	Usos totales por día (V)	Litros consumidos por día
inodoro damas	6 litros por uso	114	69	1098
inodoro varones	6 litros por uso	38	14	312
Urinario	3.8 litros por uso	76	55	497.8
Ducha	9.5 litros por minuto a 5.50 kg/cm2	7.6	0	72.2
Grifería de lavadero	1.9 litros por minuto a 4.15 Kg/cm2	228	137	693.5
			TOTAL (lt/día)	2673.5

Elaboración: El autor.

Para reducir el consumo de agua, se debe utilizar accesorios sanitarios que utilicen menos volumen de agua que los accesorios sanitarios estándar. La guía LEED BD+C, nos propone el uso de accesorios ahorradores especificados en la tabla N°24 los cuales generan una disminución en el volumen de agua por uso.

Tabla N°24. Consumo de agua por día del Proyecto Centro Colonial (por debajo de la línea base).

CONSUMO DE AGUA POR DIA (POR DEBAJO DE LA LINEA BASE)				
Instalaciones del tipo núcleo y envolvente	Especificaciones base	Usos totales por día (FTE)	Usos totales por día (V)	Litros consumidos por día
inodoro damas	4.8 litros por uso	114	69	878.4
inodoro varones	4.8 litros por uso	38	14	249.6
Urinario	1.9 litros por uso	76	55	248.9
Ducha	7.6 litros por minuto a 5.50 kg/cm2	7.6	0	57.76
Grifería de lavadero	1.5 litros por minuto a 4.15 Kg/cm2	228	137	547.5
			TOTAL (lt/día)	1982.16

Elaboración: El autor.

De la tabla N°24 se observa que usando accesorios sanitarios ahorradores, los niveles del tipo núcleo y envolvente del proyecto Centro Colonial poseerán una demanda de agua de 1982.16 litros por día. Se compara entonces la demanda de agua obtenida con la demanda de agua de la línea base, la cual fue 2673.5 litros por día. Se aplica la siguiente fórmula.

$$1 - (\text{Consumo de agua del proyecto} / \text{Consumo de agua de la línea base})$$

$$1 - (1982.16 / 2673.5) = 0.2586$$

$$0.2586 * 100 = 25.86 \%$$

Comparado con la demanda de agua de la línea base, se obtiene un ahorro de agua del 25.86 %. Teniendo este porcentaje de ahorro cumplimos con el prerrequisito 2, el cual nos dice que debemos generar un ahorro mínimo del 20 % respecto a la línea base e incluso logramos pasar el 25% de ahorro por lo que recibiríamos 1 de 6 puntos según el crédito 2. Si se quiere ganar más puntaje en la evaluación debemos generar un mayor ahorro de agua. Para lograr esto se propone el uso de urinarios secos. Se obtiene entonces la tabla N°25.

Tabla N°25. Consumo de agua por día del Proyecto Centro Colonial (Urinario seco).

CONSUMO DE AGUA POR DÍA (Urinario seco)				
Instalaciones del tipo núcleo y envolvente	Especificaciones base	Usos totales por día (FTE)	Usos totales por día (V)	Litros consumidos por día
inodoro damas	4.8 litros por uso	114	69	878.4
inodoro varones	4.8 litros por uso	38	14	249.6
Urinario	0 litros por uso	76	55	0
Ducha	6 litros por minuto a 5.50 kg/cm ²	7.6	0	45.6
Grifería de lavadero	1.5 litros por minuto a 4.15 Kg/cm ²	228	137	547.5
			TOTAL (lt/día)	1721.1

Elaboración: El autor.

De la tabla N°25 observamos que usando accesorios sanitarios ahorradores y urinarios secos el proyecto Centro Colonial poseerá una demanda de agua de 1721.1 litros por día. Comparamos entonces la demanda de agua obtenida con la demanda de agua de la línea base la cual fue 2673.5 litros por día. Aplicamos la siguiente fórmula.

$$1 - (\text{Consumo de agua del proyecto} / \text{Consumo de agua de la línea base})$$

$$1 - (1721.1 / 2673.5) = 0.3562$$

$$0.3562 * 100 = 35.62 \%$$

Comparado con la demanda de agua de la línea base, se obtiene un ahorro de agua del 35.62 %.

Tabla N°26. Porcentaje de ahorro por área techada del edificio

	Ahorro (%)	Area (m ²)
Nueva construcción	41.94	24414.33
Núcleo y envolvente	35.62	4423.39

Elaboración: El autor.

3.6 Uso eficiente de recursos energéticos

Para incrementar la eficiencia en el uso de recursos energéticos del proyecto, usaremos la guía LEED BD+C, así mismo debemos cumplir con los prerrequisitos y créditos de la categoría de evaluación “Uso eficiente del energía”.

3.6.1 Optimización del rendimiento energético

Este punto hace referencia al ahorro energético respecto a la línea base, la cual obtenemos del ASHRAE 90.1 del 2010, y mediante un modelado energético en programas como DOE-2, DOE EnergyPlus, TraneTrace 700 o CarrierHAP-E20 II, IES. El porcentaje de ahorro obtenido respecto a la línea base nos brindará los puntos que otorga LEED, mientras mayor sea el porcentaje de ahorro, mayor cantidad de puntos obtendremos.

Para este caso de estudio, en particular, no realizaremos un modelado energético en algún programa debido al tiempo con que se contó para realizar el presente estudio, sin embargo propondremos técnicas para lograr ahorros de energía lo más innovadoras posibles. Si bien es cierto que no se podrá cuantificar el ahorro en porcentaje para alcanzar los puntos LEED, ten por seguro de que las propuestas descritas a continuación generarán un ahorro significativo en el edificio que desee diseñarse ya que se han aplicado en edificios que actualmente ya poseen una certificación LEED.

Orientación:

Diseñar un edificio teniendo en cuenta este criterio, tiene por finalidad brindarle una orientación adecuada a la edificación para aprovechar de manera eficiente la luz solar, disminuyendo el uso de electricidad durante el día, teniendo en cuenta el recorrido del astro rey. Apreciemos la imagen N° 27.

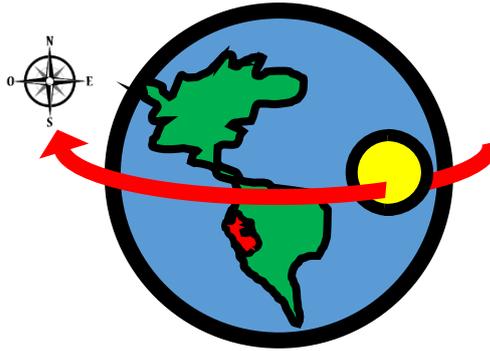


Figura N° 27. Recorrido del Sol respecto a Perú.
Elaboración: El autor.

De la imagen anterior, podemos apreciar que la línea Roja es una proyección de la línea Ecuatorial. La línea Ecuatorial describe los puntos de mayor temperatura e iluminación debido a que es donde los rayos solares impactan perpendicularmente con la tierra. Perú, se encuentra debajo de la línea del Ecuador, es por esta razón que decimos que el recorrido del sol para Perú inicia en el este, pasando por el norte y escondiéndose en el oeste, sin embargo cabe resaltar que si vamos a diseñar una edificación ubicada en el hemisferio norte de la tierra (sobre la línea del ecuador) el recorrido del sol sería distinta ya que para este caso el sol saldría del este, pasaría por el sur y se ocultaría en el oeste.

Teniendo en claro el concepto anterior los criterios para el diseño fueron que los ambientes dentro de la edificación deben estar orientados acorde al hora del día en que más serán frecuentados, por ejemplo, ambientes como dormitorios, comedores, gimnasios serán ubicados en dirección este, debido a que utilizas estos ambientes durante la mañana y tendrás a disposición la luz solar, el sentido norte contará con iluminación solar todo el día, por lo cual los ambientes diseñados en este sentido, serán salas, terrazas, estudios y finalmente el sentido oeste contará con iluminación solar pasado el mediodía por lo cual colocar una sala de juegos o un estudio en este sentido sería una buena idea. Para el caso del proyecto Centro Colonial la orientación del edificio es correcta ya que la mayoría de departamentos son beneficiados por la luz solar durante todo el día. Ver Anexo N°3 Planos.

Envolvente:

Este punto busca que el edificio esté lo menos caliente posible, ya que los rayos del sol en Lima aumentan su intensidad con cada paso de estaciones. Debe resaltarse que lo que se busca es disminuir el calor más no la iluminación del edificio, se busca que el edificio sea lo más aislante posible para dejar pasar la luz y no el calor disminuyendo así la necesidad del uso de aire acondicionado y esto se logra de la siguiente manera:

- Instalando un sistema de vidrios cumpla esta función, o si no se cuenta con mucha inversión, persianas o cortinas que cumplan el mismo propósito.
- Construyendo una envolvente que use materiales que transmitan poco la energía solar hacia dentro del edificio o que la reflejen tales como el concreto que no permite el paso del calor del exterior al interior, el uso de pinturas de colores claros que puedan reflejar la energía solar o la instalación de jardines, biotechos para las coberturas o jardines verticales para fachadas. Cabe resaltar que utilizando biotechos y jardines verticales también eleva la posibilidad de obtener puntos LEED en la categoría de Sitios Sostenibles ya que se reduce el fenómeno de isla de calor, que es lo que busca uno de los créditos dentro de esa categoría.

Respecto al proyecto Centro Colonial, sus departamentos cuentan con ventanas grandes, las cuales permiten tanto el paso de iluminación como ventilación en sus diferentes ambientes (salas, dormitorios, cocinas y lavanderías), sin embargo el vidrio que se ha considerado para el proyecto es un vidrio de cristal templado de 10mm de espesor, lo cual garantiza el ingreso de luz pero no garantiza el aislamiento de calor, es por ese motivo que proponemos para el suministro e instalación de las ventanas y mamparas a la corporación Furukawa, esta empresa cuenta con una gama de vidrios de características aisladoras de calor, que complementarán de manera óptima el diseño por orientación del edificio. Furukawa ha trabajado en proyectos como el edificio de oficinas Capital Golf y la Torre Begonias, ambas torres se encuentran en Lima y ambas alcanzaron una certificación LEED plata.

Sistema de aire acondicionado, calentamiento y ventilación:

Este punto es uno de los más importantes porque da una gama de posibilidades para reducir el uso de energía. Principalmente como se ha descrito con anterioridad, poseer un buen diseño en la orientación y envolvente del edificio, reducirá de manera considerable el uso de aire acondicionado, a esto podemos sumarle la instalación de un sistema de automatización del aire acondicionado para que se utilice sólo cuando sea necesario. Dentro de la categoría de Calidad del Ambiente interior, uno de sus créditos define cual es la temperatura óptima acorde al uso de edificación.

Este sistema de automatización del aire acondicionado deberá ser un requisito para las tiendas que deseen instalarse en los primeros niveles del Centro Colonial. Por otro lado en los niveles de Departamentos no se instaló aire acondicionado por dos razones, porque en Lima los departamentos no estilan hacerlo y porque la orientación y grandes ventanas del edificio son suficientes para no hacerlo un tema de vital importancia. En todo caso si se deseara colocar aire acondicionado se recomienda la empresa Carrier, ya que ofrecen soluciones novedosas y amigables con el medio ambiente a través de sistemas automatizados, productos de alta eficiencia energética (poco consumo de energía) y el uso de hidrofurocarbono (HFC), remplazando así al clorofurocarbono (CFC) que es un refrigerante que tiene un potencial alto de afectar la capa de ozono.

Sistema de agua caliente:

En una edificación de uso residencial como lo es el Centro Colonial, el uso de un sistema de agua caliente puede generar grandes gastos de energía, independientemente si el calentador o terma funcione con electricidad o con gas. Este es un punto importante a considerar si se trata de generar un ahorro significativo de energía.

En primer lugar, el hecho de utilizar accesorios sanitarios que funcionen con bajos volúmenes de agua (como los utilizados en el punto 5.3.2 del presente estudio) ayuda mucho a este caso, ya que al reducir el uso de agua también reduce el consumo de energía eléctrica, es decir, si tomo una ducha con agua caliente y el cabezal de ducha brinda un caudal de 6 litros por minuto generará

un ahorro de agua y energía (para calentar esa agua) comparado con un cabezal de ducha que brinde un caudal de 9.5 litros por minuto, eso sin mencionar la cantidad de tiempo que permanezca bañándose lo cual incrementa el ahorro.

En un edificio de viviendas como es el caso del Centro Colonial, el uso de agua caliente es de un volumen respetable, por lo cual se puede generar ahorro de energía utilizando calentadores de agua solares, los cuales ya se encuentran en el mercado peruano. Por ejemplo están los calentadores solares pertenecientes a la empresa LIDERS, los cuales pueden generar desde 80 a 400 litros de agua a temperaturas que pueden alcanzar los 99°C, sin usar gas o electricidad. Cabe resaltar que a pesar de ser denominados solares, estos calentadores de agua funcionan de forma eficiente incluso cuando el ambiente se encuentre nublado o lloviendo.

Iluminación

Antes de tocar este punto se debe conocer la diferencia entre lámpara y luminaria. Una lámpara es el elemento que utilizando energía emite luz o un flujo luminoso. Por otro lado, la luminaria está definida como el elemento que distribuye la luz producida por la lámpara. Para generar ahorros considerables de energía producto de la iluminación se debe utilizar lámparas ahorradoras, y diseñar luminarias que distribuyan de forma eficiente la luz producida por las lámparas. También se puede recomendar el uso de sistemas de iluminación LED que actualmente es el sistema que produce mayor cantidad de iluminación con menos uso de energía.

Sin importar que lámpara se haya instalado, la mejor manera de ahorrar energía en la iluminación es tener una correcta cultura de uso, lo cual significa mantener apagadas las lámparas que iluminen ambientes que no estén usando, esto de por sí es un trabajo complicado ya que el día a día nos hace mantener la mente ocupada en múltiples temas olvidando así de apagar las lámparas. Para esto se recomienda la implementación de un sistema de automatización de luz, el cual reconocerá el momento en que no haya ocupantes en un determinado ambiente y automáticamente apagará la luz, este sistema también permite al dueño del departamento apagar las

luminarias de cualquier ambiente de su hogar sin la necesidad de pararse del sofá. Para lograr esto se recomienda el uso del Sistema Quantum, perteneciente a Lutron, este sistema ha sido utilizado por la clínica Internacional la cual está ubicada en San Borja obteniendo muy buenos resultados en cuanto a ahorro de energía. En Perú este sistema Lutron es implementado por la empresa Global Access.

3.6.2 Fuentes de energía alternativa

El sistema que se recomienda como fuente de energía alternativa para el proyecto Centro Colonial es el uso de paneles solares, por ser amigable con el medio ambiente y porque en Lima la temperatura producida por los rayos del sol va en aumento a cada ciclo de estaciones. Es factible la colocación de dichos paneles ya que el proyecto cuenta con un aproximado de 1000 m² de área libre en la azotea y 370 m² de jardines. Para este caso también recomiendo a la empresa LIDERS, empresa que cuenta con una gama de paneles solares de tamaños y rendimientos distintos.

La imagen N° 28 muestra la energía solar incidente diaria en Lima hasta el año 1990, actualmente la energía solar ha aumentado y va en aumento, por lo cual hace considerar a la energía mencionada una buena opción si se busca disminuir el uso de la electricidad y el gas, que son energías poco amigables con el medio ambiente.

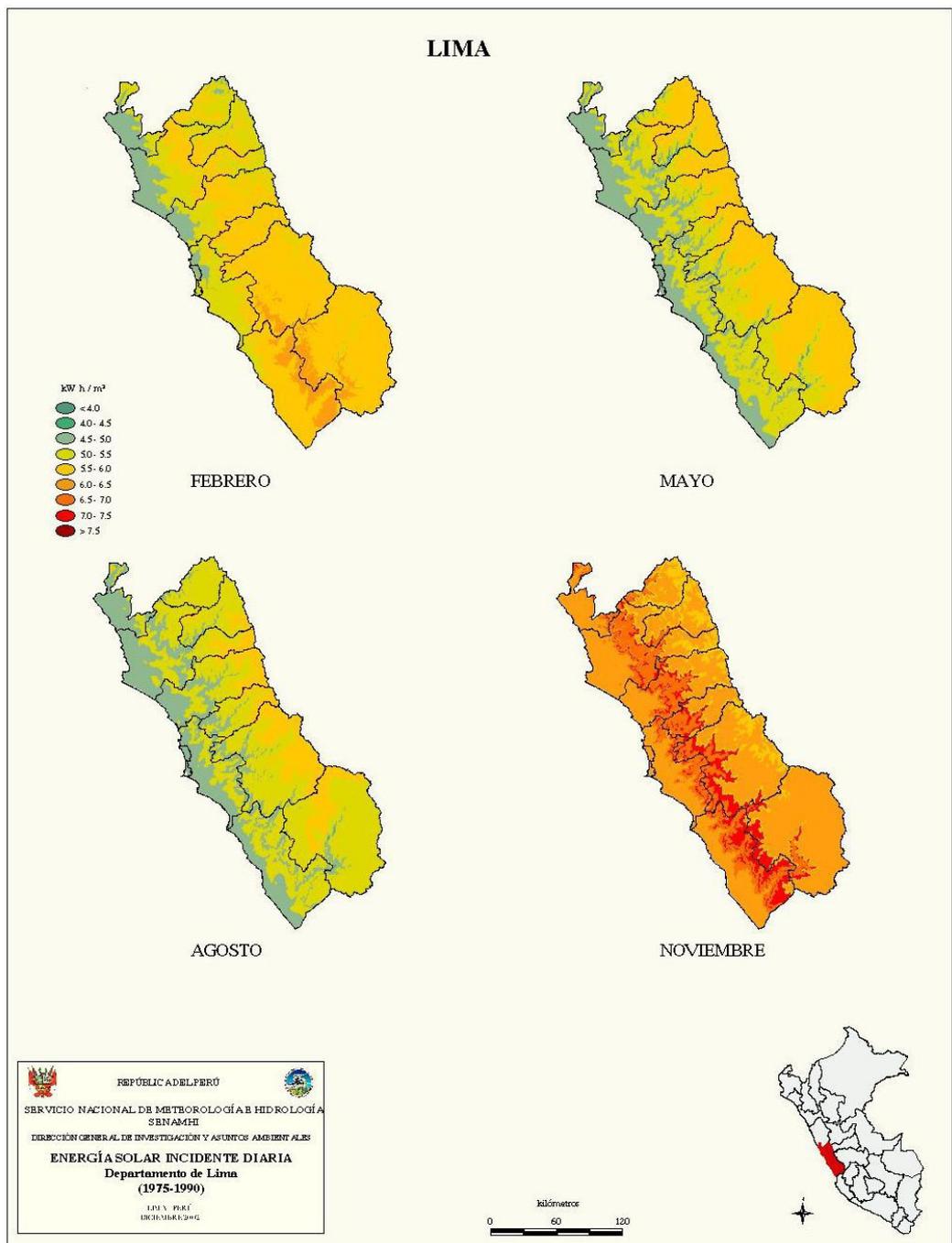


Figura N°28. Energía solar en Lima.

Fuente: SENAMHI

3.7 Resultados del caso

Luego de haber desarrollado los puntos que arrojaban una respuesta negativa en el cuestionario, se vuelve a realizar el mismo cuestionario al proyecto Centro Colonial para saber hasta qué porcentaje puede incrementarse su eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos.

3.7.1 Uso eficiente de recursos hídricos

Se aplica entonces el cuestionario dicotómico (ver anexo 1), que fue estructurado basado en los prerrequisitos y créditos dentro de la categoría “uso eficiente de agua” de LEED V4, de tal manera que mientras se obtengan más respuestas “Sí” el proyecto demuestra poseer mayor eficiencia en el uso de recursos hídricos. Se obtiene los resultados de la tabla 27.

Tabla N°27. Cuestionario aplicado al proyecto Centro Colonial en la categoría “Uso eficiente del agua”.

USO EFICIENTE DEL AGUA	SI	NO
Los jardines se mantienen sin regarse permanentemente después de un periodo de establecimiento máximo de 2 años.	x	
Los inodoros consumen menos volumen de agua respecto a la línea base.	x	
Los urinarios consumen menos volumen de agua respecto a la línea base.	x	
Las griferías de baños públicos consumen menos volumen de agua respecto a la línea base.	x	
Las griferías de baños privados consumen menos volumen de agua respecto a la línea base.	x	
Las griferías de cocinas consumen menos volumen de agua respecto a la línea base.	x	
Los cabezales de ducha consumen menos volumen de agua respecto a la línea base	x	
El edificio utiliza fuentes alternativas de agua.		x
El edificio posee un sistema de reutilización de aguas.		x

Elaboración: El autor.

Del cuestionario anterior, se obtiene el gráfico 3. En este gráfico, se aprecia que el proyecto Centro Colonial puede lograr hasta un 78 % de eficiencia en el uso de recursos hídricos si se cumple lo propuesto en la sección 4.5 del presente estudio (propuesta del bio techo y accesorios sanitarios con consumos menores a los de la línea base). No se logra obtener

el 100% de eficiencia debido a que por estar en el departamento de Lima las lluvias no son constantes, por lo cual sería innecesario implementar en el edificio un sistema de captación de aguas lluvia. Por otro lado, tampoco se considera la implementación de un sistema de tratamiento de aguas al interior del edificio, debido a que para que este sistema funcione de manera óptima se requiere una cultura de uso por parte de los ocupantes del edificio, por lo cual la responsabilidad de su éxito o fracaso dependerá de diversos factores ajenos al diseño del proyecto.

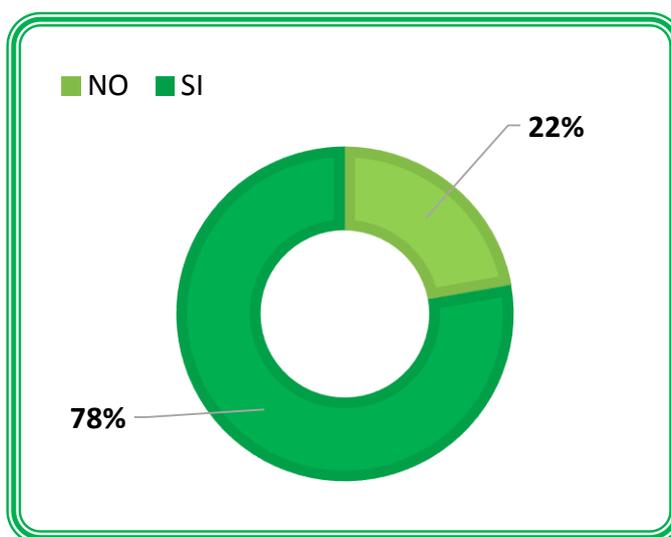


Gráfico N°3. Eficiencia en el uso de recursos hídricos del proyecto Centro Colonial.

Elaboración: El autor.

3.7.2 Uso eficiente de recursos energéticos

Se aplica entonces el cuestionario dicotómico (ver anexo 1), el cual fue estructurado basado en los prerrequisitos y créditos dentro de la categoría “energía y atmósfera” de LEED V4, de tal manera que mientras se obtengan más respuestas “Si” el proyecto demuestra poseer mayor eficiencia en el uso de recursos energéticos. Se obtiene los resultados de la tabla 28.

Tabla N°28. Cuestionario aplicado al proyecto Centro Colonial en la categoría “Energía y atmósfera”

ENERGIA Y ATMOSFERA	SI	NO
El edificio está orientado teniendo en cuenta la ubicación y recorrido del sol durante las diferentes etapas del día.	X	
La envolvente del edificio posee materiales aisladores de calor.	X	
El edificio posee un sistema de automatización para el aire acondicionado.	X	
El edificio posee equipos de agua caliente bajos en consumo de energía.	X	
El edificio posee un sistema de automatización de la iluminación.	X	
El edificio produce o utiliza fuentes alternativas de energía renovable.	X	
El edificio participa o está acondicionado para participar a futuro en tecnologías y programas de respuesta a la demanda.	X	

Elaboración: El autor.

Del cuestionario anterior, se obtiene el gráfico N°4. En este gráfico se aprecia que el proyecto Centro Colonial puede lograr hasta un 100 % de eficiencia en el uso de recursos energéticos si se cumple lo propuesto en la sección 4.6 del presente estudio (criterios de diseño en cuanto a orientación, envolvente, sistema de aire acondicionado, sistema de agua caliente, iluminación y el uso de energía solar como fuente alternativa de energía). Este resultado no garantiza que los diseñadores ya no pueda proponer más y mejores criterios para incrementar aún más la eficiencia energética, solo quiere decir que el presente estudio tomó en cuenta todos los criterios de diseño sostenible que propone la herramienta LEED V4.

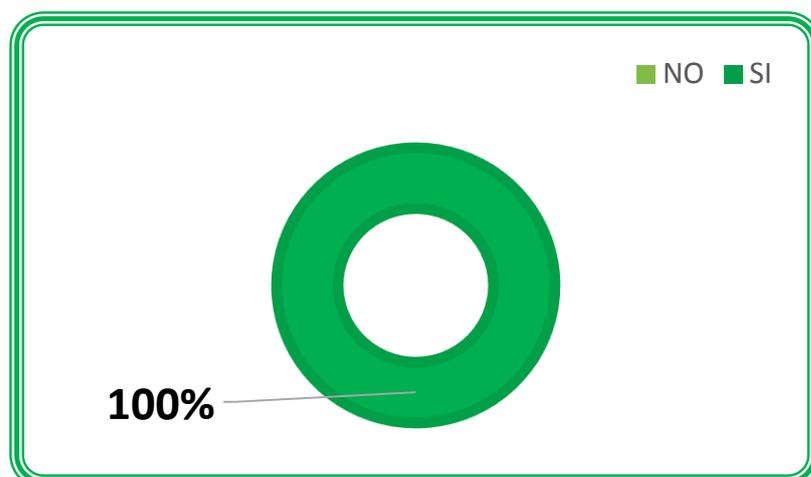


Gráfico N°4. Eficiencia en el uso de recursos energéticos del proyecto Centro Colonial

Elaboración: El autor.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

El programa de certificación LEED V4, es escogido para este proyecto debido a que es la certificación más conocida mundialmente, y sobre todo a nivel Perú. Cada vez hay más proyectos optando por construir sosteniblemente y tratar de alcanzar una certificación LEED, actualmente en Perú ya contamos con 509417 m² de área ya certificada.

Las tesis mexicanas descritas en antecedentes de la investigación, explican y desarrollan de manera muy superficial todas las categorías de LEED V3, el presente estudio solo desarrolla 2 categorías por dos motivos, el primero es que busca realizar un estudio más detallado de las mismas lo cual no podría realizarse si se abarcaran todas. El segundo motivo por el cual se escogen estas dos categorías es porque el autor tiene como finalidad difundir la cultura sostenibilidad y el hecho dar a conocer métodos que generen ahorros en agua y energía, genera un ahorro de dinero significativo, y cuando se trata de ahorrar dinero a todos les causa interés.

CONCLUSIONES

- 1.** Del estudio se obtiene que el proyecto Centro Colonial solo posee un 11 por ciento de eficiencia en el uso de recursos hídricos. Este porcentaje de eficiencia puede incrementarse utilizando jardines que no requieran un riego permanente y aparatos sanitarios que consuman menos volumen de agua respecto a la línea base.
- 2.** Del estudio se obtiene que el proyecto Centro Colonial posee un 14 por ciento de eficiencia en el uso de recursos energéticos. Este porcentaje de eficiencia puede incrementarse teniendo en cuenta la orientación del edificio, los materiales de la envolvente, la disminución de la necesidad del aire acondicionado, el uso de termas solares, la sistematización de la iluminación y el uso de fuentes alternativas de energía.
- 3.** Es posible incrementar la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos en edificios mediante el programa de certificación LEED V4 satisfaciendo los estándares especificados en las categorías de calificación LEED “uso eficiente de agua” y “energía y atmósfera”.
- 4.** Del caso se obtiene que el proyecto Centro colonial puede incrementar su eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos hasta en llegar a un 78 por ciento y un 100 por ciento respectivamente, utilizando los sistemas de innovación y criterios de diseño sostenibles que optimicen el uso de recursos detallados en el cuarto capítulo.

RECOMENDACIONES

- 1.** Se debe promover la cultura de sostenibilidad, no solo en las universidades, sino también en las escuelas e incluso desde el hogar, dando a conocer los problemas ambientales y la forma en que cada uno puede apoyar a mitigarlos.
- 2.** El tema de sostenibilidad aún es nuevo en Perú, por lo cual los universitarios que optan por títulos profesionales relacionados con el sector construcción, deben desarrollar más proyectos de investigación que pongan en conocimiento cuáles son los beneficios económicos y sobre todo ambientales que puede generar el construir sosteniblemente.
- 3.** Los profesionales encaminados al rubro de la construcción sostenible, deben poseer una acreditación LEED GA y una acreditación LEED AP, ya que el tema de sostenibilidad está teniendo cada vez mayor acogida en el Perú, y con el pasar del tiempo cada vez se necesitarán más profesionales conocedores del tema.
- 4.** Las empresas relacionadas con el rubro de construcción deben construir bajo criterios de sostenibilidad, sea por el bienestar que genera el ambiente o el bienestar económico de la empresa en sí, y para ello debe contar con profesionales acreditados LEED GA y LEED AP en sus diferentes especialidades. Fuera de ello, cada trabajador debe conocer la forma de aportar a la cultura sostenible desde la labor que desempeñe en la empresa y esto se logra a través de charlas de capacitación constante.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliográficas:

CAPECO. (2011). *Fomenta la Construcción Sostenible. Construcción e Industria*, 44. Lima.

Gentile, G. (2007). *El Cambio Climático y Como Mitigarlo*. Argentina: Fundación Jorge Esteban Roulet.

INEI. (2015). *Anuario de estadísticas ambientales 2015*. Lima.

Mayer, F. (2016). La sostenibilidad y certificaciones para edificios . (L. F. Espinoza, Entrevistador)

Mercado Alcalá , Y. (2012). *EDIFICACIÓN SUSTENTABLE*. México: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

MINAM. (2009). *Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en el Perú*. Lima: Impresores kerigma.

MINAM. (2014). *Primer Informe Bienal de Actualización del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Lima: Ministerio del Ambiente. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos.

MINEM. (2014). *Balance Nacional de Energía*. Lima: MINEM.

- Miranda Sara, L., Neira Avalos, E., Torres Méndez, R., & Valdivia Sisniegas, R. (2014). *PERÚ HACIA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO*. Lima: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- Morales Damián, A. (2009). *LEED: "Un paradigma para las nuevas construcciones"*. Mexico: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
- Perú Green Building Council. (2016). *Curso de Preparación LEED GREEN ASSOCIATE*. Lima.
- Portela, J. M., Viguera, J. L., Pastor, A., Huerta, M. M., & Ortero, M. (2010). *La Certificación LEED, cómo cumplir con un conjunto de normas*. Cádiz: Asociación Española de Ingeniería Mecánica.
- Tellez, L., Villarreal, L., Armenta, C., Porsen, R., & Bremer, M. (2014). *Situación de la Edificación Sostenible en América Latina*. México.
- U.S. Green Building Council. (2014). *LEED Core Concepts Guide*. Washington DC: TRADEMARK.

Electrónicas:

- BREEAM. (2016). *BREEAM*. Obtenido de <http://www.breeam.com>
- Cambio Climático Global. (1997). *Cambio Climático Global*. Obtenido de www.cambioclimaticoglobal.com
- CASBEE. (2016). *CASBEE*. Obtenido de www.ibec.or.jp/CASBEE/english
- EDGE. (2016). *Excellence in Design For Greater Efficiencies*. Obtenido de www.edgebuildings.com
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de <http://www.fao.org>

GLOBAL ACCESS. (2016). *GLOBAL ACCESS*. Obtenido de www.gaperu.pe

Green Building Council Australia. (2016). *Green Building Council Australia*. Obtenido de www.gbca.org.au

Green Globes. (2016). *Green Globes*. Obtenido de www.greenglobes.com

GS1Perú. (Febrero de 2010). Obtenido de http://www.gs1pe.org/e_news/11_en_un_click_01a.htm

International Well Building Institute. (2015). *International Well Building Institute*. Obtenido de www.wellcertified.com

ISO. (2015). *ISO 14001:2015*. Obtenido de <http://www.iso.org/>

MINAM. (2015). *Ministerio del Ambiente del Perú*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe>

Peru Green Building Council. (2016). *Peru Green Building Council*. Obtenido de www.perugbc.org.pe

Sustainable SITES Initiative. (2016). *Sustainable SITES Initiative*. Obtenido de <http://www.sustainable-sites.org>

ANEXOS

	Página
1. Cuestionario	87
2. Matriz de consistencia	89
3. Planos	91
4. Especificaciones técnicas de productos recomendados	100

ANEXO 1

CUESTIONARIO

Lista de cotejo que será llenada mediante la observación del proyecto en etapa de diseño Centro Colonial.

Programa de Certificación LEED V4

Uso eficiente del agua

1. Los jardines se mantienen sin regarse permanentemente después de un periodo de establecimiento máximo de 2 años.

SI () NO ()

Tabla 1. Consumo de agua de línea base para aparatos y accesorios para ítems del 4 al 9.

<i>Aparato o accesorio</i>	<i>Línea base (unidades IP)</i>	<i>Línea base (unidades SI)</i>
Sanitarios*	1,6 gpf	6 lpf
Urinarios*	1,0 gpf	3,8 lpf
Grifos de cuartos de baño de servicios públicos	0,5 gpm a 60 psi** todos los demás excepto usos privados	1,9 lpm a 415 kPa, todos los demás excepto usos privados
Grifos de cuartos de baño de servicios no públicos	2,2 gpm a 60 psi	8,3 lpm a 415 kPa
Grifos de cocinas (excepto grifos usados exclusivamente para operaciones de llenado)	2,2 gpm a 60 psi	8,3 lpm a 415 kPa
Cabezales de ducha*	2,5 gpm a 80 psi por cabina de ducha	9,5 lpm a 550 kPa por cabina de ducha

*Etiqueta WaterSense disponible para este tipo de producto

gpf = galones por pulsación

gpm = galones por minuto

psi = libras por pulgada cuadrada

lpf = litros por pulsación

lpm = litros por minuto

kPa = kilopascales

AC
Ve

Fuente: LEED V4 BD+C, para diseño y construcción de edificios.

2. Los inodoros consumen menos volumen de agua respecto a la línea base, especificada en la tabla 1.

SI () NO ()

3. Los urinarios consumen menos volumen de agua respecto a la línea base, especificada en la tabla 1.

SI () NO ()

4. Las griferías de baños públicos consumen menos volumen de agua respecto a la línea base, especificada en la tabla 1.

SI () NO ()

5. Las griferías de baños privados consumen menos volumen de agua respecto a la línea base, especificada en la tabla 1.
SI () NO ()
6. Las griferías de cocinas consumen menos volumen de agua respecto a la línea base, especificada en la tabla 1.
SI () NO ()
7. Los cabezales de ducha consumen menos volumen de agua respecto a la línea base, especificada en la tabla 1.
SI () NO ()
8. El edificio utiliza fuentes alternativas de agua.
SI () NO ()
9. El edificio posee un sistema de reutilización de aguas.
SI () NO ()

Energía y atmósfera

10. El edificio está orientado teniendo en cuenta la ubicación y recorrido del sol durante las diferentes etapas del día.
SI () NO ()
11. La envolvente del edificio posee materiales aisladores de calor.
SI () NO ()
12. El edificio posee un sistema de automatización para el aire acondicionado.
SI () NO ()
13. El edificio posee equipos de agua caliente bajos en consumo de energía.
SI () NO ()
14. El edificio posee un sistema de automatización de la iluminación.
SI () NO ()
15. El edificio produce o utiliza fuentes alternativas de energía renovable.
SI () NO ()
16. El edificio participa o está acondicionado para participar a futuro en tecnologías y programas de respuesta a la demanda.
SI () NO ()

ANEXO 2
MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 3
PLANOS

ANEXO 4
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE PRODUCTOS RECOMENDADOS

Tabla 2. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA								
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	SUBVARIABLES	INDICADORES	INDICES	METODO	
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	INDEPENDIENTE	SUBVARIABLES	INDICADORES	INDICES	TIPO	
¿De qué manera la herramienta LEED V4 influye en el uso de recursos hídricos y energéticos?	Usar la herramienta LEED V4 con la finalidad de incrementar la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.	Usando la herramienta LEED V4 se incrementa la eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.	Diseño de una edificación sostenible				Descriptiva , porque la tesis describe la situación actual en Perú (cambio climático y uso de energía) así como iniciativas de mitigación a través del programa de certificación LEED V4.	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	DEPENDIENTE	SUBVARIABLES	INDICADORES	INDICES	ENFOQUE	
¿De qué manera la herramienta LEED V4 influye en el uso de recursos hídricos?	Usar la herramienta LEED V4 con la finalidad de incrementar la eficiencia en el uso de recursos hídricos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.	Usando la herramienta LEED V4 se incrementa la eficiencia en el uso de recursos hídricos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.	Eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos	Eficiencia en el uso de recursos hídricos	Uso de agua al exterior del edificio	Uso de agua en jardines	Cuantitativa porque la preponderancia del estudio (indicadores) se basan en la cuantificación y cálculo de los mismos.	
						Uso de agua en inodoros		
						Uso de agua en urinarios		
						Uso de agua en griferías de baños públicos		
							Uso de agua en grifería de baños privados	NIVEL
							Uso de agua en griferías de cocina	Descriptivo tiene el propósito de describir cómo es que se genera ahorro de recursos hídricos y energéticos mediante el programa de certificación LEED V4.
							Uso de agua en cabezales de ducha	
							Uso de aguas lluvia	
		Reutilización de aguas.						
¿De qué manera la herramienta LEED V4 influye en el uso de recursos energéticos?	Usar la herramienta LEED V4 con la finalidad de incrementar la eficiencia en el uso de recursos energéticos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.	Usando la herramienta LEED V4 se incrementa la eficiencia en el uso de recursos energéticos de un edificio mediante la implementación de criterios de diseño sostenible.	Eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos	Eficiencia en el uso de recursos energéticos	Optimización de la energía	Orientación del edificio	DISEÑO	
								Envolvente del edificio
								Sistemas de aire acondicionado, calentamiento y calefacción
								Uso de agua Caliente
						Iluminación		
					Fuentes alternativas de energía	Energía Solar		
Respuesta a la demanda	Sistemas de Automatización y conexión con la empresa externa de suministro eléctrico							

Elaboración: El autor