

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE Y  
CERTIFICACIÓN AMBIENTAL EN UN EDIFICIO MIXTO - CUSCO**

**Trabajo de investigación para obtener el grado académico de Bachillera en  
Ciencias con mención en Ingeniería Civil**

**AUTORAS:**

Lady Teresa Quispe Humpire

Lía Masiel Díaz Calderón

**Trabajo de investigación para obtener el grado académico de Bachiller en  
Ciencias con mención en Ingeniería Civil**

**AUTORES:**

Carlos Eduardo Maquera Ccapacca

Diego Alonso Boluarte Siles

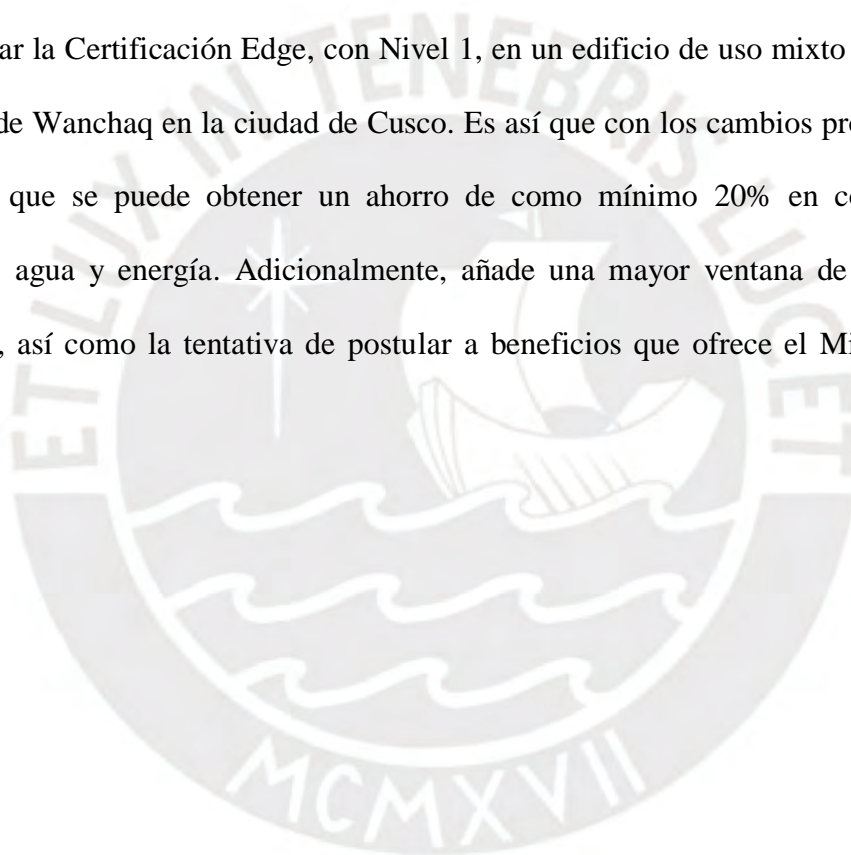
**ASESOR:**

Carlos Raúl Hoyos Vértiz

Lima, Enero, 2022

## Resumen

El presente trabajo de investigación parte de la comparación de cuatro tipos de certificaciones focalizadas en sostenibilidad y medioambiente para proyectos de edificaciones existentes en el Perú. Así, considerando una variedad de criterios se plantea implementar, en la etapa de anteproyecto, un tipo de certificación ambiental que ayude a incrementar el potencial valor de un proyecto considerando tener un bajo margen de cambios según el marco legal del Perú. De esta manera, se describe el proceso para implementar la Certificación Edge, con Nivel 1, en un edificio de uso mixto ubicado en el distrito de Wanchaq en la ciudad de Cusco. Es así que con los cambios propuestos se demuestra que se puede obtener un ahorro de como mínimo 20% en consumo de materiales, agua y energía. Adicionalmente, añade una mayor ventana de difusión y publicidad, así como la tentativa de postular a beneficios que ofrece el Ministerio de Vivienda.



## **Tabla de contenidos**

Capítulo 1: Generalidades.....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Antecedentes .....	2
1.4 Justificación .....	3
1.5 Alcance .....	4
1.6. Metodología.....	4
1.6.1. Enfoque.....	4
1.6.2. Alcance .....	5
1.6.3. Diseño .....	5
Capítulo 2: Marco Teórico.....	6
2.1 Definiciones .....	6
2.1.1 Construcción sostenible .....	6
2.1.2 Certificación ambiental.....	6
2.2 Marco legal .....	7
2.2.1 Marco legal en el Perú .....	7
2.2.2 Otros países.....	7

Capítulo 3: Certificación Ambiental.....	9
3.1 Proyectos que deben contar con una certificación ambiental .....	9
3.2. Importancia .....	9
3.3 Tipos de certificación.....	10
3.4 Selección de EDGE.....	14
3.5 Proceso de certificación .....	16
3.6 Metodología EDGE .....	17
3.6.1. Condiciones climáticas .....	18
3.6.2. Tipo del edificio y uso .....	18
3.7 Procesos constructivos.....	19
3.8 Análisis costo-beneficio.....	22
3.9 Impacto de las certificaciones ambientales.....	24
3.9.1 Impacto ambiental.....	24
3.9.2 Impacto económico.....	25
3.9.3 Impacto social .....	25
Capítulo 4: Construcción sostenible en el Perú .....	25
4.1 Cambio climático y construcción en el Perú.....	25
4.2 Diagnóstico del sector.....	27
4.3 Escenarios futuros.....	30
4.4 Retos para promover la construcción sostenible en el Perú.....	32
4.5 Nivel de certificación.....	33

4.5.1. Edge Certified .....	33
3.5.2. Edge Advanced .....	33
3.5.3. Zero Carbo .....	34
4.6 Solicitud de certificación ambiental.....	34
Capítulo 5: Propuesta del plan de implementación.....	36
5.1. Ahorro de energía .....	36
5.1.1. Cambios propuestos .....	37
5.1.2. Ahorro conseguido.....	39
5.1.3. Impacto económico.....	40
5.2. Ahorro de agua.....	41
5.2.1. Cambios propuestos .....	42
5.2.3. Impacto económico.....	46
5.3. Ahorro de Materiales .....	46
5.3.1. Cambios propuestos .....	48
5.3.2. Ahorro conseguido.....	50
5.3.3. Impacto económico.....	51
Capítulo 6: Conclusiones y lecciones aprendidas .....	52
6.1 Conclusiones .....	52
6.1 Lecciones aprendidas .....	53
Bibliografía .....	55

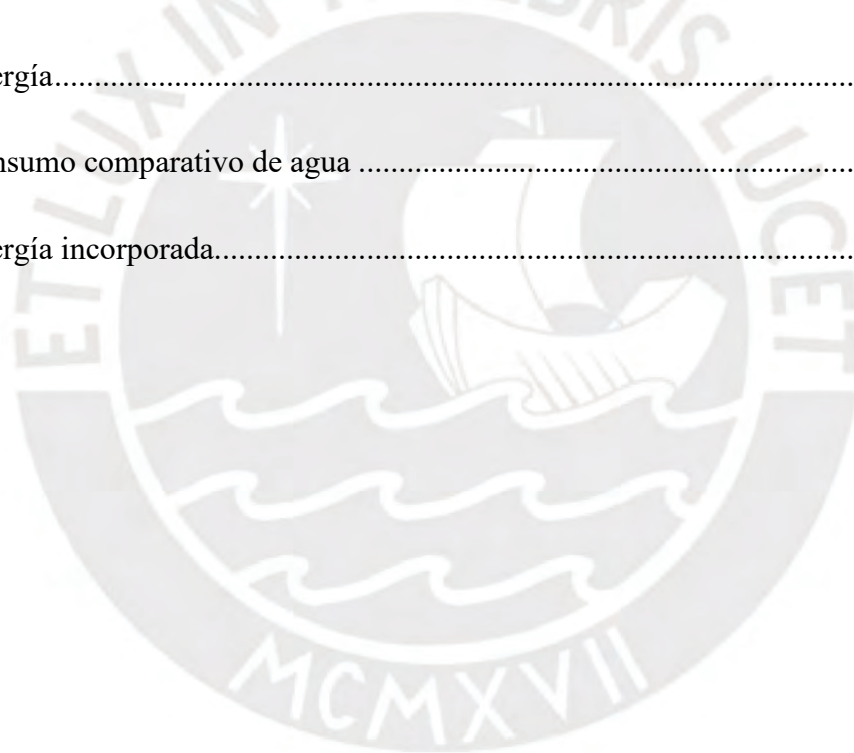
## Índice de Tablas

Tabla 1 .....	14
<i>Cuadro comparativo entre certificaciones de edificios sostenibles en el Perú .....</i>	<i>14</i>
Tabla 2 .....	28
<i>Grados de Sostenibilidad .....</i>	<i>28</i>
Tabla 3 .....	29
<i>Ahorros Generados el periodo 2020-2021 gracias al producto Mi Vivienda Verde .....</i>	<i>29</i>
Tabla 4 .....	32
<i>Medidas antes los retos para promover la construcción sostenible en Perú .....</i>	<i>32</i>
Tabla 5 .....	35
<i>Resultados preliminares de la evaluación sin considerar medidas ahorrativas .....</i>	<i>35</i>
Tabla 6 .....	37
<i>Resumen de las propuestas para ahorro de energía .....</i>	<i>37</i>
Tabla 7 .....	41
<i>Resumen de impacto económico por energía. ....</i>	<i>41</i>
Tabla 8 .....	41
Tabla 9 .....	46
<i>Resumen de impacto económico para ahorro de consumo de agua.....</i>	<i>46</i>
Tabla 10 .....	46
<i>Listado de materiales o productos incluidos en la certificación EDGE .....</i>	<i>46</i>
Tabla 11 .....	51



## Índice de Figuras

Figura 1. Certificación Breeam.....	11
Figura 2. Certificación Leed. ....	12
Figura 3. Certificación GBCe VERDE.....	13
Figura 4. Certificación Edge.....	13
Figura 5. Línea de tiempo de los últimos 5 años sobre los proyectos y unidades del producto Mi Vivienda Verde .....	29
Figura 6. Energía.....	39
Figura 7. Consumo comparativo de agua .....	45
Figura 8. Energía incorporada.....	51





**Anexos**

Anexo 01: Plano de propuesta de certificación EDGE .....60

Anexo 02: Cartilla de presentación de certificación EDGE .....62

Anexo 03: Planos de arquitectura del proyecto .....64



## Capítulo 1: Generalidades

### 1.1 Introducción

Durante los últimos años los recursos naturales del planeta se han reducido enormemente. Entre los recursos que más se consumen se encuentran la madera, minerales, energía y sobre todo agua. De hecho, el consejo superior de investigaciones científicas señala que el sector construcción es uno de los que más consume estos recursos (Esperanza, 2018). Por ejemplo, según la investigadora Karla Esperanza (2018) el 9% de las extracciones de agua de fuentes naturales son utilizadas para la fabricación del concreto. En este sentido, con el fin de mejorar la gestión de recursos naturales, se han popularizado estándares de eficiencia en el consumo de recursos y procesos constructivos. Así, a los proyectos que cumplen ciertos objetivos y porcentajes de reducción de recursos naturales en todo su ciclo de vida se le atribuye un reconocimiento que los distingue de acuerdo con lo eficiente que puedan ser y el ahorro de recursos que represente su realización. De esta manera, se han ido adoptando diversas corrientes de parámetros, cada uno representando a un tipo de certificación. Asimismo, esta corriente de realizar una edificación amigable con el medio ambiente está creciendo en el Perú y se refleja en las facilidades que el estado ofrece a este tipo de diseños. Cada proyecto es único y, teniendo en cuenta el desgaste que representa la industria de la construcción en los recursos naturales, resalta la importancia de popularizar una construcción sostenible que pueda ser consciente del impacto ambiental que ocasiona.

En la presente investigación se evaluarán los distintos tipos de certificaciones con el objetivo de implementar la más conveniente, de acuerdo con el marco legal peruano, en una edificación de uso mixto ubicada en el distrito de Wanchaq en la ciudad de Cusco, en el terreno de la esquina suroeste de la intersección de las avenidas Jorge Chávez y Coricancha, en una

zona de segmento socioeconómico B-2. Esta edificación ocupa un área en planta de 10x26m y cuenta con 4 niveles, el primer nivel designado a tiendas comerciales y los siguientes tres niveles asignados a departamentos.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Realizar un plan de implementación de construcción sostenible y certificación ambiental de un edificio mixto en Cusco.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Definir los conceptos relacionados a las construcciones sostenibles
- Identificar los criterios para acceder a una certificación ambiental
- Determinar los elementos que limiten el desarrollo de una construcción sostenible
- Proponer un plan de implementación para edificaciones mixtas

## **1.3 Antecedentes**

El constante crecimiento económico y poblacional alrededor del mundo exige una mayor cantidad de infraestructura para satisfacer esta demanda existente. La industria de la construcción consume una cantidad exorbitante de recursos del planeta, el 29 de Julio del presente año se llegó a consumir los recursos disponibles para este año, 5 meses antes que acabe el año. De acorde a la Comisión Económica de América Latina y el Caribe el consumo de materiales por parte de los países menos desarrollados equivale a la décima parte del consumo de los países más desarrollados y la quinta parte del consumo promedio a nivel mundial (CEPAL,2016). En gran parte se debe a que poseen una mayor demanda y poder económico que los países subdesarrollados como lo son los países de Latinoamérica.

La industria de la construcción no solo consume recursos, sino que los desperdicia en

sobremano, en Reino Unido identificaron en el 2015 utilizaron alrededor de 576 Mt de materiales de los cuales no se sabe cuáles provienen de una fuente sostenible, pero se sabe que en 1998 se usó la mitad de esos materiales (UKGBC,2021). En el 204 identificaron que 120 Mt de desperdicio fue generado producto de demoliciones y excavaciones, número que representa el 59% del total de desperdicios de UK (UKGBC,2021).

#### **1.4 Justificación**

Es evidente que la contaminación ambiental progresiva que está sufriendo la Tierra ha traído consigo efectos colaterales dañinos para el desarrollo de las distintas formas de vida. Los factores involucrados en dicha contaminación son innumerables, como por ejemplo las actividades industriales y económicas, donde se encuentran las actividades relacionadas a la construcción, la cual genera un impacto ambiental debido a que demanda el uso de grandes cantidades de energía para la creación de sus insumos, tales como el acero, cemento, entre otros. Los edificios consumen entre el 20% y el 50% de los recursos naturales, dependiendo del entorno en donde están situados, siendo la construcción un gran consumidor de recursos naturales como; madera, minerales, agua y combustibles fósil (Ramírez, A 2002).

Perú no es ajeno a los impactos ambientales debido a la construcción, ya que, de las 14 grandes actividades económicas del país, la industria de la construcción es una de las más contaminantes y considerando que según el Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial es la segunda actividad con mayor crecimiento durante el periodo 2001 – 2019 (Calixtro, P 2020). Además, durante el 2019, Arturo Alfaro, presidente del Instituto Vida, comentó que los plásticos de la construcción son uno de los principales contaminantes del mar peruano, además también se encontraron pedazos de madera, tubos, mallas de seguridad, entre otros. En ese sentido, esta situación promueve el estudio de la aplicación del Código Técnico de

Construcción Sostenible, aprobado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y el Ministerio del Ambiente, como una alternativa para los usuarios finales y empresas constructoras.

## **1.5 Alcance**

El fin del presente trabajo consiste en proponer un plan de implementación de construcción sostenible y certificación ambiental en un edificio mixto en Cusco – Perú. Para tal fin se plantea entrevistar expertos en el tema que puedan aportar su conocimiento y experiencia a través de lineamientos y sugerencias para el proyecto en cuestión. Por lo tanto, la investigación tendrá carácter cualitativo y descriptivo. Asimismo, existen cinco grupos de procesos en el ciclo de vida de un proyecto. Estos son: procesos de inicio, de planificación, de ejecución, de monitoreo y control y de cierre (Project Management Institute, 2017). De acuerdo con los objetivos, la propuesta del plan de implementación corresponde al proceso de planificación; por ende, toda la investigación se centrará solo en esta etapa. Asimismo, se limita el alcance de la investigación a un solo caso de estudio. Es decir, solo se considerarán variables e información relacionada al proyecto Edificio Mixto Cusco.

## **1.6. Metodología**

### **1.6.1. Enfoque**

Existen tres posibles enfoques en un trabajo de investigación: cualitativo, cuantitativo o mixto. Cada uno mantiene su propia fundamentación, diseño metodológico, técnica e instrumento conforme lo requiere el objeto de estudio. Del mismo modo, cada uno tiene una forma de explicar y comprender una investigación (Monje, 2011). Así, se adopta el enfoque cualitativo puesto que se recopila información a través de la literatura, a partir de ello se

propondrán posibles formas de ejecutar el proyecto a través de una construcción sostenible y bajo un nivel de certificación ambiental acorde a la realidad del proyecto.

### **1.6.2. Alcance**

El alcance es de tipo descriptivo, ya que se pretende describir el proceso a seguir en el proyecto para que sea afín a los parámetros de una construcción sostenible con el objetivo de contar con una certificación ambiental. En otras palabras, se busca medir, evaluar o recolectar datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes relacionados al tema de la investigación y su propósito (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014). Como una herramienta importante en el desarrollo de la investigación se emplearán entrevistas semiestructuradas, puesto que así se proyecta obtener una mejor retroalimentación.

### **1.6.3. Diseño**

Por contarse con un limitante de tiempo y considerando que las características del proyecto Edificio Mixto Cusco establecen una fecha límite de entrega del expediente técnico la investigación será de carácter No Experimental-Transversal. Es decir, se describe cualitativamente un plan de implementación en la etapa de planificación, la cual es de un lapso relativamente corto. Asimismo, no se realizan experimentos ni suposiciones nuevas, sino que se emplea información y recursos ya verificados como sustento del presente trabajo.

## **Capítulo 2: Marco Teórico**

### **2.1 Definiciones**

#### **2.1.1 Construcción sostenible**

La construcción sostenible es el procedimiento que se debe seguir para construir con compromiso ambiental las distintas edificaciones. Para esta construcción se deben tener en cuenta los factores de cambio climático, economía verde, uso eficiente de la energía y del agua y el uso de materiales que no perjudiquen al medio ambiente.

Además, la construcción sostenible involucra a toda una sociedad, con el fin de que la ciudad reduzca el impacto ambiental negativo con un correcto planeamiento urbano, reducción del uso de transportes vehiculares, ahorro de energía y agua y el tratamiento de residuos. Existen principios que se deben de tomar en consideración para que la construcción de un proyecto sea sostenible. Los principales son los siguientes:

- Conservación de recursos no renovables
- Aplicación del principio de reciclar, recuperar, reutilizar
- Análisis de la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas
- Uso racional de la energía y del agua
- Desarrollo y ampliación de los servicios de salud

#### **2.1.2 Certificación ambiental**

La certificación ambiental, según el Ministerio del Ambiente del Perú, es una herramienta de inversión para los que postulan los distintos proyectos para adoptar medidas de prevención y disminución de los impactos ambientales negativos que podría ocasionar su construcción y vida útil en general. Es una hoja de ruta donde se indican los requisitos y obligaciones del titular, ya sea persona natural o jurídica (de derecho público o privado).

## **2.2 Marco legal**

### **2.2.1 Marco legal en el Perú**

Dentro de las normas que regulan la construcción sostenible y la certificación ambiental existe el Código Técnico de Construcción Sostenible, el cual fue aprobado mediante el Decreto Supremo N° 015-2015 de vivienda el 28 de agosto del año 2015 con la firma del presidente de la República y del ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Este código nace a partir de los compromisos asumidos por el Perú durante la COP20 en Lima en el año 2014, en estos compromisos se tiene como objetivo un menor consumo de agua y de energía, lo que traerá como consecuencia reducir las emisiones de carbono.

Así mismo, este código busca mejorar la construcción de edificaciones públicas y privadas, así como el diseño de estas, con la finalidad de que estas sean sostenibles. El Código Técnico de Construcción Sostenible tiene como prioridad garantizar la eficiencia hídrica, es decir, el uso racional del agua para el consumo humano en las edificaciones, así como el reúso de las aguas residuales, todo con la finalidad de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Cabe resaltar que el Código de Construcción Sostenible fue diseñado por diversas entidades pertenecientes al Comité Permanente de Construcción Sostenible, el cual a su vez es conformado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el Ministerio del Ambiente, además de otras 12 entidades capaces y especializadas en este ámbito.

### **2.2.2 Otros países**

En otros países de Sudamérica, como por ejemplo Argentina, existen regulaciones para la construcción sostenible de sus edificaciones como es el caso de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), el cual es el procedimiento obligatorio que permite identificar, predecir, evaluar y mitigar los potenciales impactos que un proyecto de obra o actividad puede causar al



ambiente en el corto, mediano y largo plazo, esta evaluación se aplica previamente a la toma de decisión sobre la ejecución de un proyecto. La EIA tiene como objetivos principales determinar la viabilidad ambiental de un proyecto para la toma de una decisión informada, promover la transparencia y la participación pública en el proceso de planificación, y propiciar la adecuada gestión de los potenciales impactos ambientales y sociales asociados a determinados proyectos. Por otro lado, en Chile existe la Normativa general Sistema Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), la cual comprende las siguientes leyes:

- Ley N° 19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente
- Ley N° 20.417, que Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación y la Superintendencia del Medio Ambiente
- Ley N° 19.880, sobre Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado
- DFL N° 1-19.653, Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado • D.S. N° 95, de 2001, de MINSEGPRES, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
- D.S. N° 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

En estas leyes se indica que primero se debe hacer una evaluación del proyecto para saber cómo afectará al medio y ambiente, y con esto, poder tener una gestión adecuada para las decisiones a futuro del proyecto.

Por último, en España existe la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la cual tiene como objetivo facilitar la incorporación de los criterios de sostenibilidad en la evaluación de proyectos, así como, tomar decisiones estratégicas buscando la reducción de

daños al medio ambiente. Además, dentro de esta ley existe un subconjunto de leyes y decretos que velan por el cuidado del medio ambiente, patrimonios naturales, ecosistema y la calidad de vida de los ciudadanos. Ejemplos de estas leyes son:

- Ley 26/2007 de Responsabilidad Medioambiental
- Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad
- Calidad del aire. Ley 34/2007
- Ley del ruido

### **Capítulo 3: Certificación Ambiental**

#### **3.1 Proyectos que deben contar con una certificación ambiental**

El Ministerio del Ambiente del Perú lista los proyectos que deben contar con una Certificación Ambiental. Dentro del apartado de Vivienda y Urbanismo detalla que se exige que las habilitaciones residenciales, habilitaciones urbanas de Uso Mixto tipo 4 y las viviendas multifamiliares y/o conjuntos residenciales proyectados en zonificación de alta densidad (RAD) igual o mayor a 2250 habitaciones por hectárea cuenten con una evaluación de impacto ambiental según la Ley N° 27446.

#### **3.2. Importancia**

La importancia principal es la concientización de la población en la construcción con prácticas sostenibles que cuenten con pautas determinadas que permitan contabilizar y enumerar el potencial ahorro que se lograría con una de estas certificaciones y/o acreditaciones.

Las certificaciones se miden con indicadores de sostenibilidad en los aspectos ambiental, social y económico de una edificación. El indicador más utilizado es el de emisión de CO<sub>2</sub> (huella de carbono). El método de valorización más común es el Análisis de Ciclo de Vida.

Para iniciar la obtención de una certificación la entidad entrega a quien desee postular los documentos que debe cumplir. Algunos de ellos involucran la participación de un proyectista y/o promotor. Además de verificar los procedimientos, también se encargará de aceptar nuevas ideas de mejora a la certificación elegida.

Los principales indicadores de sostenibilidad son la eficiencia energética, el uso del agua, la ubicación del proyecto, los materiales de construcción, el tiempo de vida del edificio, el uso, la seguridad, entre otros.

### 3.3 Tipos de certificación

- BREEAM: BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHODOLOGY

Según la Construcción Sostenible BREEAM (2020), BREEAM es el método propuesto en Inglaterra que consiste en la evaluación y certificación de la sostenibilidad de edificaciones. Fue desarrollado Building Research Establishment (BRE). Evalúa las siguientes categorías: Salud y Bienestar, Gestión, Energía, Transporte, Agua, Materiales, Residuos, Contaminación, Uso ecológico del suelo e Innovación. Hasta el momento ha certificado a más de 570 000 edificios en más de 86 países.

Esta certificación comprende las fases de diseño, construcción y uso de las edificaciones. Además, solicita un esquema de evaluación y certificación en función de la tipología del proyecto. Cuenta con cinco niveles de certificación: Excepcional, excelente, muy bueno, bueno, correcto.

- EXCEPCIONAL  $\geq 85$  menos del 1 % de los edificios (innovador)
- EXCELENTE  $\geq 70$  el 10 % de los edificios (mejores prácticas)
- MUY BUENO  $\geq 55$  el 25 % de los edificios (buenas prácticas avanzadas).

- BUENO  $\geq 45$  el 50 % de los edificios (buenas prácticas intermedias)
- CORRECTO  $\geq 30$  el 75 % de los edificios (buenas prácticas estándar)

Según la consultoría “Zero Consulting”, para postular a la certificación es necesario que el proyecto cuente con un asesor quien cumplirá las funciones de inscripción, seguimiento y evaluación para conseguir la certificación de la sostenibilidad del edificio.

En total, puede llegar a ahorros de consumo energético de la vivienda del 50-70%, en el consumo de agua de hasta el 40%, y en general todos los gastos de mantenimiento de un 7 a un 8%.



Figura 1. Certificación Breeam.

Tomado de Construcción Sostenible BREEAM©ES (2021)

- LEED: LEADERSHIP IN ENERGY AND ENVIRONMENTAL DESIGN

Según el Consejo de Construcción Ecológica de EE. UU. (2021), LEED es el sistema estadounidense de clasificación de edificios ecológicos. Abarca a todos los tipos de edificios y todas sus fases, incluidas las nuevas construcciones futuras, el acondicionamiento interior, las operaciones y el mantenimiento.

Su principal objetivo es fomentar el desarrollo de edificaciones basadas en criterios sostenibles y de alta eficiencia. Establece los lineamientos para la certificación ambiental en los siguientes aspectos: eficiencia del uso del agua, emplazamiento sostenible, energías

renovables, emisiones a la atmósfera, materiales, recursos naturales, calidad del aire interior, innovación en el diseño, prioridad regional. Cuenta con cuatro niveles de certificación: Certificado, Plata, Oro y Platino. Puede llegar a ahorrar entre un 30% y un 50% de energía con respecto a los edificios tradicionales sin certificar.



Figura 2. Certificación Lead.

Tomado de Deimos Estadística (2021)

- GBCe VERDE: VALORACIÓN DE EFICIENCIA DE REFERENCIA DE EDIFICIOS.

Según la consultoría “Zero Consulting”, esta certificación fue desarrollada por el Comité Técnico GBC en colaboración con el Grupo de Investigación ABIO-UPM, empresas e instituciones españolas. Se basa en la herramienta SBTools la cual certifica la documentación de proyecto de acuerdo con cada país mediante evaluadores externos homologados. La evaluación se realiza en tres fases: prediseño, diseño y construcción, uso y fin de vida del edificio.

Se trata de un sistema de evaluación de la sostenibilidad y se basa en los requisitos del CTE (Código Técnico de Edificaciones) que involucra a la bioarquitectura y la compatibilidad del proyecto a construir con el entorno y con altos niveles de confort y de calidad de vida para los usuarios. Tiene una versión de certificación adaptada para viviendas unifamiliares. La certificación GBCe reconoce la reducción de impacto ambiental del edificio en comparación con uno construido sin estas pautas. Es necesario contar con un asesor oficial “Evaluador

Verde”, se pueden encontrar en la página web. Los niveles de certificación son cinco: 1 hoja, 2 hojas, 3 hojas, 4 hojas y 5 hojas.



Figura 3. Certificación GBCe VERDE.

Tomado de ETRES Consultores (2020)

- EDGE: EXCELLENCE IN DESIGN FOR GREATER EFFICIENCIES

Según la Corporación Financiera Internacional (2021), EDGE es una certificación de edificios verdes que evalúa la construcción de proyectos sostenibles. Este sistema fue creado por la Corporación Financiera Internacional, el cual es miembro del Grupo del Banco Mundial. Adicionalmente a esta corporación, Green Business Certification Inc. (GBCI) y Sintali-SGS son los proveedores de este servicio en el Perú. Está presente en más de 130 países con economías en desarrollo. Con esta certificación se logrará el ahorro de por lo menos el 20% en energía y 20% en agua en nuevas construcciones.



Figura 4. Certificación Edge.

Tomado de Excellence in Design for Greater Efficiencies (2021)

Tabla 1

*Cuadro comparativo entre certificaciones de edificios sostenibles en el Perú*

	BREEAM	LEED	GBCe VERDE	EDGE
Origen	Reino Unido (1988)	USGBC (1998)	España	Reino Unido (2014)
Esquemas de certificación	Urbanismo, vivienda, nueva construcción, a medida, en uso	Nuevos edificios, interiores nuevos, edificios y espacios existentes, desarrollo de vecindario, ciudades y comunidades, residencial	Edificio, vivienda unifamiliar	Aeropuertos, almacenes, casas, educación, hospitales, hoteles, industria de la luz, edificios
Clasificación	Vivienda: Excepcional, excelente, muy bueno, bueno, correcto	Certificado, Plata, Oro o Platino	Certificación Verde: 1 hoja, 2 hojas, 3 hojas, 4 hojas, 5 hojas	Nivel 1, nivel 2, nivel 3
Categorías	Gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales, residuos, uso del suelo y ecología, contaminación, innovación	Eficiencia en consumo de agua, Energía y atmósfera, Materiales y recursos, Calidad ambiental en interiores, Innovaciones en el diseño, Prioridad Regional	Energía y atmósfera, selección del sitio, proyecto de emplazamiento y planificación, recursos naturales, calidad del espacio interior y del servicio, impacto social y económico.	Energía, agua y materiales
¿Asesor?	Sí	Sí	Sí	Sí
Tarifas	Edificios de 2 a 19 viviendas (<90m <sup>2</sup> )  Total: 3 938 USD + gastos de auditoría	Registro No-Miembros  Total: 28 700 USD + gastos de auditoría	Hasta 500m <sup>2</sup> superficie:  1 600 USD + gastos de auditoría	Edificios de apartamentos con hasta 100 unidades y hasta 3 tipos de viviendas o apartamentos:  10 400 USD

**3.4 Selección de EDGE**

El objetivo de emplear una certificación ambiental es adquirir un financiamiento adicional que permita compensar posibles modificaciones tanto en diseño, acabados y tipos de materiales en el proyecto. Así, EDGE ha servido en este propósito durante la última década en

el mercado mundial y en los últimos años ha aterrizado con éxito en Latinoamérica, especialmente en Colombia, México, Ecuador y Perú (ADI PERU, 2020).

EDGE es una poderosa herramienta para canalizar el mercado inmobiliario. Así, como referencia se tiene lo acontecido en el mercado de Colombia. En este país, la banca privada fue impulsada con los beneficios que otorga el gobierno en lo correspondiente a los bonos verdes. Por consiguiente, Silvia Solano explica que en Colombia se registran más de 77 empresas desarrolladoras que certifican sus proyectos con EDGE y generan una oferta diferenciada (ADI PERU, 2020). Ahora, si bien aún en Perú no se ha logrado una articulación del mercado inmobiliario tan exitosa como en Colombia, sí se tienen los siguientes esfuerzos:

- A nivel distrital, algunas municipalidades ofrecen una mayor promoción a edificaciones que tengan criterios de sostenibilidad y cuidado de áreas verdes. Así, por ejemplo, la municipalidad de San Borja ha implementado políticas que fomentan la comercialización de este tipo de edificios. Como resultado ha recibido premios como el de la “Creatividad Empresarial 2017” (Valdivia, 2018). Al igual que esta municipalidad, otras han ido incorporando medidas que fomenten la promoción de proyectos con cuidados ambientales.
- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Transporte ha desarrollado un incentivo económico para edificaciones que presenten un estándar ambiental con base en la optimización de eficiencia energética, reducción del consumo de agua, manejo de residuos, entre otros (Lopez, 2021). En este sentido, la certificación EDGE ofrece una dirección que seguir para obtener una reducción de consumo energético, de agua y energía incorporada en los materiales. Esto porque el software EDGE es mucho más intuitivo en el tratamiento de información.
- EDGE proporciona un software virtual, sumamente amigable con el usuario, que



permite modificar especificaciones del proyecto para que pueda cumplir con los estándares de certificación. Es decir, a partir de la información colocada por el usuario, el software de EDGE es capaz de proponer soluciones para que el proyecto tenga un consumo eficiente de recursos. Como base considera parámetros propios de la región donde se realice.

Como consecuencia de sus potenciales beneficios, EDGE en el Perú ha tenido un crecimiento de más del 300% en los últimos tres años. Asimismo, cuenta con más de 100 proyectos registrados o en proceso, aproximadamente 2000 unidades de vivienda certificada y más de 630000 m<sup>2</sup> de diseños certificados (ADI PERU, 2020).

### **3.5 Proceso de certificación**

El proceso de certificación EDGE se divide en cinco pasos principales. A continuación, se detalla cada uno:

- **Registro del proyecto:** Mediante la página web oficial de EDGE se realiza la postulación del proyecto. En esta etapa el objetivo es obtener una cotización de la certificación, por lo cual un representante de proyecto ingresa su información, luego se añaden los detalles del proyecto tales como nombre, datos del propietario, ubicación, etapa del proyecto (diseño, construcción o concluido), fechas estimadas de inicio y fin de la construcción, entre otros. Durante el registro se selecciona al certificador que realizará las evaluaciones correspondientes. En el caso del Perú solo hay dos proveedores de certificación autorizados, los cuales son Green Business Certification Inc. (GBCI) y Sintali-SGS. (International Finance Corporation, 2021) Finalmente se adjuntan los planos de arquitectura. De este modo, en las siguientes horas o días, llegará una respuesta de EDGE con una cotización según la información registrada. Entonces,

el proceso de registro finaliza cuando se realiza el pago correspondiente.

- Auditoría de diseño: Posteriormente, un certificador se contactará con los encargados del proyecto para confirmar que el registro se realizó correctamente. Entonces el auditor revisará la documentación para verificar si el proyecto adjuntó la información necesaria. De lo contrario, mediante la página web oficial, se habilitará un apartado para hacer modificaciones junto a los comentarios del auditor.
- Certificación EDGE preliminar: Si la auditoría es positiva, el proyecto se hará acreedor a una certificación con carácter preliminar validada en base al diseño, la cual es válida solo por tres años. Durante este tiempo se espera que la construcción de la edificación haya sido culminada para realizar verificaciones posteriores (Bioconstrucción y Energía Alternativa, 2020).
- Auditoría en sitio: Una vez que se ha materializado el proyecto se realizan auditorías que verifiquen que todo lo propuesto en el diseño haya sido construido bajo los parámetros de la certificación EDGE. En esta etapa también se evalúan las estrategias de gestión que se siguieron. El requisito más básico consiste en garantizar un ahorro mínimo de 20% de energía y agua en el desempeño del edificio (International Finance Corporation, 2021). Es decir, existen tres niveles de certificación, el requerimiento mencionado anteriormente corresponde al nivel 1, el más básico.
- Certificación EDGE: Finalmente, la certificadora verifica que el auditor haya realizado una correcta evaluación y justificación documentada de los alcances del proyecto. De confirmarse que todo ha sido llevado de forma correcta se obtiene la certificación EDGE oficialmente (Bioconstrucción y Energía Alternativa, 2020).

### **3.6 Metodología EDGE**

La metodología EDGE se sustenta mediante supuestos, ecuaciones y conjunto de datos provenientes de las condiciones climáticas del lugar de la edificación, del tipo de edificio y uso

de los ocupantes y del diseño y especificaciones (International Finance Corporation, 2019).

### **3.6.1. Condiciones climáticas**

De acuerdo con el informe sobre metodología EDGE del International Finance Corporation (2019), los siguientes factores son considerados dentro de los cálculos que ayudan a sustentar un determinado nivel de certificación en una edificación:

- Humedad promedio mensual
- Velocidad media mensual del viento exterior
- Humedad exterior promedio mensual
- Intensidad de la radiación solar
- Precipitación media anual
- Intensidad de dióxido de carbono de la red eléctrica
- Costo promedio de energía y agua

### **3.6.2. Tipo del edificio y uso**

Parte de la calificación de una edificación, para una posible certificación, involucra el uso y tipo de edificio que será. Es así como, dentro de Edge App, existe una funcionalidad mediante la cual, añadiendo información de la edificación se pueden obtener resultados tentativos acerca de las dimensiones de áreas compartidas que ayuden a tomar decisiones mientras el proyecto continúa en fase de diseño. Así por ejemplo, para cada tipo de edificios se solicitan distintos tipos de información: para hogares se requiere las distribuciones de áreas y uso que estas van a tener, para hoteles se solicita todo lo anterior, pero con el añadido de tipos de servicios que se dispondrán, para oficinas se pide información acerca de la densidad ocupacional y las horas de uso por oficina, para hospitales las suposiciones se basan en el tipo de hospital que será (público, privado, clínica, etc.), para edificios con fines educativos lo

importante es determinar la densidad ocupacional, las horas de uso y el tipo de instalación que se construirá: colegio, instituto, universidad, etc. (International Finance Corporation, 2019)

### **3.6.3. Diseño y especificaciones**

El estándar EDGE exige determinadas características en el diseño y especificaciones de la edificación para poder otorgarle una certificación. De este modo, según el grado de reducción que haya logrado se le asigna un nivel. En este sentido, parte de la metodología consiste en realizar una comparación entre el estado base del proyecto (donde no se cuenta con ninguna estrategia de reducción de recursos) y su versión mejorada bajo las sugerencias que el software EDGE puede brindar. La comparación porcentual de mejora en el consumo de recursos es el indicador que se considera para determinar si se cumple o no el modelo EDGE. (International Finance Corporation, 2019).

Adicionalmente, variables como costos operativos y retorno de inversión son considerados en el análisis del software virtual. De igual manera, la certificación Edge se ha extendido rápidamente y muchos países han empezado a contribuir con información de estudios de mercados, prácticas de construcción, códigos de desempeño de construcción, entre otros propios del país. Así, el software puede dar una calificación personalizada según el contexto del país donde se desarrolla el proyecto.

### **3.7 Procesos constructivos**

Los procesos constructivos en un proyecto son fundamentales para que se materialice la edificación en un espacio y tiempo determinado. Si bien es cierto que estos procesos son conocidos por los profesionales a cargo, también existen nuevas propuestas que son amigables con el medio ambiente y que funcionan como una opción sostenible. Algunos de ellos son los siguientes:

- Cimentaciones

Para la construcción de zapatas y otras cimentaciones se utiliza comúnmente el concreto armado. Este es el material más utilizado en toda la construcción, pero también uno de los más contaminantes. Estos cimientos al estar en contacto con el suelo firme pueden cambiar su composición química a lo largo de su vida útil. Por ello, una solución sostenible es el uso de hormigones en masa con áridos reciclados que funcionen a su vez como protectores.

Otra práctica sencilla que es amigable con el medio ambiente es el uso, cuando sea posible, del material local o de sitio, con ello se reducirá los niveles de contaminación por el transporte de un material de préstamo.

- Instalaciones sanitarias

Las tuberías y demás accesorios del sistema sanitario sufren fallos constantes cuando no se invierte en una instalación acreditada y de calidad. Las filtraciones son los incidentes que mayor contaminación causan en las edificaciones. Por ello, es importante invertir en la calidad de las instalaciones, ya que se traduce en una solución racional y sostenible a largo plazo. Por ejemplo, para los sistemas hidráulicos se debe utilizar acero inoxidable y cobre con uniones estandarizadas, para los sistemas sanitarios y pluviales se recomienda el uso de hierro fundido centrifugado de finales lisos, recubierto con uniones estandarizadas.

- Aislamiento de muros

Los muros que se construyen de tal manera que aíslan el exterior con el interior consumen un gran porcentaje energético en el sistema de refrigeración y calefacción. De ser necesario implantar inercia térmica en el interior para que la energía solar incidente pase por los vidrios, se aloje en el muro, acopie el calor y lo devuelva después, el Instituto de la Construcción Gaudí (2010), precisa que se debe construir el muro de manera que funcione el sistema. Esto se logra

al dejar que los elementos que posean mayor masa térmica se conviertan en la hoja interior, en contacto directo con el ambiente a acondicionar y ubicando al aislamiento térmico sobre el haz externo de esta hoja, lo cual evita la transmisión de energía.

Otra solución sostenible a largo plazo es el uso de la cerámica tradicional en grandes bloques que tiene las propiedades de ser ligeros y con alta aislación acústica y térmica. •  
Cubiertas

Las cubiertas ecológicas que cumplen el sistema de impermeabilización, aislamiento y recubrimiento exterior son una solución sostenible. Existen cuatro tipos de cubiertas principales:

**Cubierta Ventilada a la catalana:** Es una cubierta plana usada en lugares de climas cálidos y con veranos con altas temperaturas. Consiste en una cámara de aire para crear corrientes que atenúan las temperaturas altas de la parte superior de la cubierta, una capa de protección compuesta de dos capas contrapeadas de plaqueta cerámica fijadas con cemento. Se construyen con una pendiente baja, entre el 1% y 3%, lo cual deja como opción su uso como terraza.

**Cubierta Ajardinada:** Esta cubierta tiene una capa exterior de cobertura compuesta de un sustrato de espesor mínimo que contiene especies vegetales de poco mantenimiento. Estas especies no deben tener raíz pivotante, deben tener buena capacidad de regeneración y una altura de crecimiento menor a 50 cm. El peso de la capa de sustrato y la capa de vegetación debe ser menor a 120 kg/m<sup>2</sup>.

La capa filtrante que estará por encima de la capa drenante tendrá la función de impedir el paso de las partículas finas del sustrato. Se debe utilizar una capa de geotextil no tejido termosoldado de filamento continuo de polipropileno.

La capa drenante se debe colocar encima de la membrana impermeabilizante para permitir el drenaje y protección de la membrana. Se debe utilizar un geocompuesto de drenaje

formado por una lámina alveolar de polietileno de alta densidad más un geotextil no tejido termosoldado.

**Cubierta Flotante:** Esta cubierta está formada por láminas de materiales plásticos que se instalan sobre los cultivos a proteger. Su objetivo es crear un microclima favorable para el desarrollo de las plantas. Es de bajo costo y fácil instalación.

**Cubierta Ventilada:** Esta cubierta está formada por dos láminas y una cámara de aire ventilada. La parte superior protege la cubierta de la radiación y de los agentes atmosféricos, y con ello se impermeabiliza el sistema. La parte inferior tiene la función de proporcionar aislamiento térmico.

- Impermeabilización

Para la impermeabilización de los cimientos, muros o cualquier zona en contacto con el terreno comúnmente se utiliza la bentonita, sin embargo, esta es costosa. Otras soluciones son las láminas de polipropileno, las láminas de PVC, y la tela asfáltica clásica, que son beneficiosas ya que tienen un menor impacto ambiental negativo.

- Revestimiento Exterior

Las soluciones tradicionales son las más sostenibles actualmente. El ladrillo cara vista economiza materiales ya que cumple las funciones de revestimiento exterior y cerramiento. La madera local sostenible también es una solución amigable con el medio ambiente, siempre y cuando sea tratada con productos naturales.

### **3.8 Análisis costo-beneficio**

La certificación EDGE proporciona distintos beneficios económicos a los propietarios, trabajadores, arrendadores y entidades financieras. A continuación, se presenta algunos de

ellos:

- Costos operativos: Ahorro en el consumo de energía, agua, costos de operación y mantenimiento a largo plazo.<sup>1</sup>
- Productividad y salud en el trabajo: Se ha evidenciado que las características físicas y los ambientes interiores pueden influir en la productividad de los trabajadores, así como en la salud y bienestar de los ocupantes.
- Ahorro a mediano y largo plazo: Los proyectos ahorran 483,563 MWh al año, 14,388,474 m<sup>3</sup> de agua al año y 240,943 tCO<sub>2</sub> en CO<sub>2</sub>, lo cual refleja un ahorro entre 15% y 20% en servicios como agua y luz.<sup>2</sup>
- Mayor plusvalía: Con el crecimiento de la población, también aumenta el uso y gasto en energía y agua, por lo tanto, construir una propiedad que ahorre 20% de estos gastos incrementa su valor en el mercado.<sup>3</sup>
- Reducción de riesgo: Los bancos podrían reducir el riesgo de estas estructuras exigiendo que los proyectos obtengan certificación EDGE como condición para el financiamiento.

También se tienen beneficios por parte del estado peruano y municipalidades, los cuales se detallan a continuación:

- Bono Mivivienda Verde: Este bono otorga entre 3% o 4% (mayor a s/. 1400 000 hasta s/. 377 640) del financiamiento según el grado de sostenibilidad para la adquisición de una vivienda verde en un proyecto certificado.

<sup>1</sup> en: <https://www.worldgbc.org/news-media/business-case-green-building-review-costs-and-benefits-developers-investors-and-occupants> Consultado el 15 de octubre del 2021

<sup>2</sup> en <https://www.grupoficade.com/blog/descubre-la-importancia-de-vivir-en-un-departamento-con-certificaci%C3%B3n-edge> Consultado el 15 de octubre del 2021

<sup>3</sup> en: <https://soho.pe/blog/importancia-certificacion-edge-departamentos/> Consultado el 15 de octubre del 2021



### 3.9 Impacto de las certificaciones ambientales

Las certificaciones ambientales causan un impacto positivo en tres aspectos: económico, social y ambiental. Asimismo, ayudan a acercarnos más a las metas globales de crear sociedades sostenibles con una economía creciente que busque mitigar el cambio climático” (WGBC,2020). A continuación, se ahondará en estos impactos recopilados en página del WGBC:

#### 3.9.1 Impacto ambiental

Reducción de gases de efecto invernadero: Se estima que se podría ahorrar alrededor de 84 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> para el 2050 al considerar la eficiencia energética en edificios, el cambio a energías renovables y el cambio de combustibles fósiles a otras opciones ecológicas (UNEP,2016). Ahorro energético de alrededor de 50% a más para el 2050 en orden de limitar el aumento de temperatura global en 2°C (UNEP,2016).

Los edificios verdes con la certificación Green Star en Australia han mostrado que producen 62% menos de gases de efecto invernadero que los edificios comunes y que consumen 51% menos de agua potable en comparación si hubieran sido construidos con los requerimientos mínimos de la industria. En Sudáfrica los edificios que obtuvieron esta misma certificación mostraron un ahorro entre 30 - 40% en lo que respecta a energía y emisiones de carbono anuales y un 20 – 30% de ahorro en consumo de agua potable en comparación con los edificios tradicionales.

En India los edificios verdes certificados por el Indian Green Bulding Council (IGBC) demostraron un ahorro energético de 40 - 50% y ahorro de agua en 20 - 30% comparado con los edificios comunes en India. Los edificios verdes con certificación LEED en los Estados Unidos y otros países han mostrado que consumen 25% menos energía y 11% menos agua que

los edificios no verdes.

### **3.9.2 Impacto económico**

En el aspecto global según la Comisión Europea: “La eficiencia energética global podría ahorrar un estimado de €280 a €410 billones en consumo energético (equivalente a casi el doble del consumo anual de electricidad en los Estados Unidos)”.

A nivel de países en Canadá la industria de edificaciones verdes produjo alrededor de \$23.45 billones en PBI que representa alrededor de 300,000 puestos de trabajo a tiempo completo en el 2014 (CaGBC,2016). En Estados Unidos proyectó en el 2015 que la industria de edificios verdes promueva más de 3.3 millones de puestos de trabajo en el 2018 (USGBC,2015).

### **3.9.3 Impacto social**

Los beneficios sociales surgen a partir de mejorar la seguridad y priorizar la salud de los trabajadores y ocupantes, incrementar el sentido de comunidad, promover el entrenamiento profesional, incrementar la productividad de los empleados, promover en los proveedores responsabilidades medio ambientales y promover políticas que promuevan la construcción sostenible (Lamy, Dziedzic, Rauen, & Dziedzic, 2021)

## **Capítulo 4: Construcción sostenible en el Perú**

### **4.1 Cambio climático y construcción en el Perú**

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), cada año el nivel del mar aumenta, lo cual generaría en los próximos años un riesgo en las poblaciones y ecosistemas, no solo de la costa sino a nivel nacional. El fenómeno de El Niño, por

ejemplo, es consecuencia del deterioro climático que sufre el país y ante este muchas edificaciones construidas sin ventilación natural y con espacios cerrados consumen más energía con el uso de acondicionamiento mecánico para refrigerar los espacios. También, en la sierra y zonas altoandinas las bajas temperaturas ocasionan que las edificaciones urbanas y rurales que no han sido diseñadas para afrontar bajas temperaturas sean una causal de enfermedades en los pobladores.

La inmobiliaria “Edificaciones Inmobiliarias” (2020), rescata que los gastos en electricidad en el país representan un 17% de los ingresos familiares. Además, concluye que el país está en constante desarrollo y crecimiento, con lo cual, el costo de vida aumentará y los compradores buscarán soluciones energéticas que sean eficientes y eco amigables que compensen los recibos altos.

Por otro lado, los bancos ahora tienen un vínculo de responsabilidad con el cambio climático y los riesgos ambientales, y ahora cuentan con un marco regulatorio que busca promover el uso de Bono Verde en el mercado. Se espera que para el 2030, el Perú reduzca la emisión de gases de efecto invernadero en un 20%. Por ello, actualmente se ofrecen bonos de altura para que las inmobiliarias desarrollen proyectos verdes.

Según la Corporación Financiera Internacional (2021), el 79% de la población del país actualmente vive en ciudades urbanas, sin embargo, en el 2050 se espera que este número crezca al 86%, lo cual se traduce en que gran parte de la población que habita en zonas rurales migren a las ciudades. Ante ello, el gobierno y otros líderes en el mercado tienen la oportunidad de asegurar que las edificaciones se construyan verdes y el país crezca de una manera sostenible.

En conclusión, la construcción sostenible puede generar ahorros en comparación a la

construcción convencional a largo plazo y garantizando sostenibilidad futura. Por ello, buscar y postular a una certificación ambiental debe ser una prioridad para las empresas constructoras. En este contexto, el Ministerio de Vivienda cuenta con incentivos y futuros proyectos para que se migre a una construcción sostenible.

#### **4.2 Diagnóstico del sector**

En 21 de septiembre del 2021 se aprobó a través del DS 014-2021-VIVIENDA un nuevo Código Técnico de Construcción Sostenible (CTCS) que reemplaza al código existente del año 2015, con el objetivo de actualizar la norma para incorporar nuevas medidas de sostenibilidad y promover el desarrollo de la construcción sostenible en el país. El 24 de septiembre en la Semana mundial de la Construcción sostenible se presentó el CTCS en una transmisión por Youtube (Ministerio de Vivienda Perú, 2021).

El estado peruano hace referencia a vivienda sostenible en los DS 014-2021-VIVIENDA Y DS N°03-2020 que sirven de alineamientos para el producto Mi vivienda Verde que como parte del programa mi vivienda busca financiar al pueblo peruano la oportunidad de adquirir una vivienda sostenible de calidad con certificación ambiental por medio de un préstamo hipotecario.

El estado peruano a través de bonos como el buen pagador (BBP) y el Adicional sostenible financia este programa con un subsidio directo. Adicionalmente cuenta con el apoyo de instituciones internacionales como la Alianza Francesa de Desarrollo, Banco de Desarrollo del Estado de la República Federal de Alemania (KfW), Facilidad de Inversión en América Latina (LAIF) que brindan un subsidio indirecto por medio de una tasa de fondeo o tasa preferente que varía según el grado de sostenibilidad y va en un rango de 5% a 7.1%.

La vivienda sostenible (VS) es una vivienda de interés social (VIS) certificada por el

Fondo Mi Vivienda (FMV) que cumple con el Código Técnico de Construcción Sostenible (CTCS) y su único requisito es que hay sido adquirida con el producto Mi vivienda Verde el cual tiene 3 grados de sostenibilidad siendo el Grado I el más apegado a la CTCS, mientras que los demás están más alineados a las certificaciones internacionales.

Tabla 2

*Grados de Sostenibilidad*

<b>Grado I+ (BBP+TP de fondeo 7.1%)</b>	<b>Grado II+ (BBP+TP de fondeo 6%)</b>	<b>Grado III+ (BBP+TP de fondeo 5%)</b>
Ahorro de agua Ahorro de energía lumínica y calentamiento de agua Diseño bioclimático  Plan de manejo de residuos y reciclaje (Construcción)  Uso de Eco materiales  Sostenibilidad Urbana	Grado I+ con iluminación eficiente en exteriores Equipamiento de generación energética renovable o equipamiento electromecánico de bajo consumo	Grado II+ con equipos de generación de energía renovable  Planta de tratamiento de aguas residuales para riego  Techo verde  Áreas comunes de sostenibilidad económica o social

*Nota.* Tomado de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021)

Como el producto es fondeado por instituciones internacionales las certificaciones otorgadas son realizadas por un auditor externo como BUREAU VERITAS y verificadas por AENOR que es otro auditor externo. Los subsidios escalonados, la tasa preferente y los parámetros superiores de la edificación generan que el producto hipotecario Mi vivienda verde sea atractiva para los compradores al reducir la cuota hipotecaria mensual y para los desarrolladores ya que les permite tener una velocidad de venta mayor. Dentro de los objetivos del producto se tienen los siguientes:

- Incorporar al Sector Residencial Social como prioritario receptor de fondeo climático •
- Modificar el Modelo de Negocio de la Vivienda Social y el entregable en Vivienda

Social y el entregable en vivienda social

- Incorporación de la vivienda social al Código Técnico de Construcción Sostenible •
- Generar sostenibilidad financiera al programa mediante subsidio del Estado •
- Generar un producto comercial atractivo para desarrolladores inmobiliarios y consumidores.

Tabla 3

*Ahorros Generados el periodo 2020-2021 gracias al producto Mi Vivienda Verde*

Ahorro en Energía (KW)	Ahorro de consumo de agua m <sup>3</sup>	Reducción Anual de emisiones de GEI (Toneladas anuales de CO <sub>2</sub> )
5 949 240.00 a 8 127 743.52	35 420 a 48 390	3 658.78 a 4 998.27

*Nota. Tomado de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021)*

Desde el 2015 que se aprobó el primer CTCS el aumento de los proyectos que acceden a este producto ha sido constante hasta el año 2020 donde como a todas las industrias el COVID-19 tuvo un impacto considerable que se vio reflejado en la cantidad de postulantes tanto al producto como compradores o proyectos. Sin embargo, desde el comienzo del año 2021 el crecimiento ha sido constante y recuperándose de esa caída. A continuación, mostramos la cantidad de usuarios y proyectos estimados por el MVCS que aplicaron al producto en los últimos 5 años.



Figura 5. Línea de tiempo de los últimos 5 años sobre los proyectos y unidades del producto

Mi Vivienda Verde

Tomado de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2021)

La construcción sostenible en el país está tomando un nuevo rumbo y está siendo impulsada por el estado peruano que busca que más proyectos se acoplen a su certificación ambiental Mi vivienda verde y a las certificaciones internacionales como LEED y Edge.

### 4.3 Escenarios futuros

De acuerdo con la investigación “Perú hacia la construcción sostenible en escenarios de cambio climático” realizada por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento junto a Foro Ciudades para la Vida, se plantearon tres escenarios futuros aproximadamente al 2040, los cuales se presentan a continuación:

- El escenario Pasivo

Este escenario supone que la sociedad no ha tomado medidas preventivas a favor del medio ambiente, es decir, que la rentabilidad económica prevalece sobre la sostenibilidad ambiental. Además, se considera la reducción del agua, energía eléctrica, el mantenimiento de la tendencia urbanística y densificación urbana, de igual modo el continuo mal diseño arquitectónico de las edificaciones y el uso de tecnologías inadecuadas. Se supone la elevación de la temperatura terrestre en 3 o más grados centígrados, la disponibilidad del agua dulce disminuiría por el derretimiento de las cumbres nevadas. El crecimiento demográfico continuaría en 1.5% anual, el coeficiente de desigualdad y pobreza sería de 0.741, la tasa de urbanización se mantendría en 77%, lo cual incrementaría la densidad urbana, la disponibilidad de áreas verdes por persona sería 2.79 m<sup>2</sup>. La industria de la construcción podría incrementar su crecimiento con el aporte de capitales extranjeros, pero ello no garantiza el uso de tecnologías sostenibles en el uso de los materiales, agua, energía, entre otros. Los porcentajes de construcción informal se mantendría alrededor de 70%.

- El escenario de Transición

Este escenario supone que la sociedad ha implementado ciertas medidas de mitigación y adaptación frente al contexto del cambio climático. Se supone la elevación de la temperatura entre 2 a 3 grados centígrados, la disponibilidad del agua reduciría en 10% y se reciclaría aproximadamente el 15% de las aguas residuales. El crecimiento demográfico reduciría a 1.3% anual, el coeficiente de desigualdad y pobreza mejoraría a 0.78, la tasa de urbanización aumentaría a 78%, la disponibilidad de área verde por persona sería 5 m<sup>2</sup>. La industria de la construcción incrementaría su crecimiento con el aporte de capitales extranjeros aplicando tecnologías sostenibles progresivamente, tanto en sus procesos constructivos como en su uso, por lo tanto, el número de profesionales especializados en construcción sostenible se incrementaría. La informalidad en la construcción disminuiría tras los impulsos de políticas y normas de construcción sostenible.

- El escenario de Transformación

Este escenario supone una sociedad mejor adaptada al cambio climático. Se supone la elevación de la temperatura terrestre en 2 grados, la disponibilidad de agua reduciría en 25% por los deshielos, la eficiencia de su consumo, reúso y reciclaje mejoraría. El crecimiento demográfico reduciría a 1.0% anual, el coeficiente de desigualdad y pobreza mejoraría a 0.85, la tasa de urbanización aumentaría a 80%, la disponibilidad de área verde por persona sería 10 m<sup>2</sup>. La industria de la construcción incrementaría su crecimiento con la participación de empresas nacionales que aplican tecnologías sostenibles. Al mismo tiempo, la oferta de servicios financieros para construcción sostenibles crecería en 20%, mientras que los suministros sostenibles ocuparían el 45% del mercado. Las construcciones formales o informales aplicarían tecnologías sostenibles.



#### 4.4 Retos para promover la construcción sostenible en el Perú

La falta de políticas, investigación, normas, entre otras falencias, dan a conocer una gran cantidad de retos que la industria de la construcción tiene en la actualidad. Es por ello por lo que, con el objetivo de incentivar a los gobiernos, profesionales, centros educativos y usuarios en general, de acuerdo con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, se recomienda llevar a cabo las siguientes acciones:

Tabla 4

*Medidas antes los retos para promover la construcción sostenible en Perú*

RUBRO	MEDIDAS
Investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar y medir el impacto de los procesos de urbanización.</li> <li>• Registrar los resultados de investigación en tecnologías constructivas ya concluidas.</li> <li>• Incorporar conceptos de construcción y urbanización sostenible dentro de la enseñanza universitaria.</li> </ul>
Políticas públicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conformar alianzas en contra de la producción de materiales de construcciones dañinos en países desarrollados y su venta a países en desarrollo.</li> <li>• Desarrollar y promover una legislación que aplique estándares gubernamentales de prácticas sustentables relacionadas a la planificación e implementación de servicios (agua, energía, manejo de desperdicios, transporte, manejo de recursos naturales).</li> <li>• Impulsar alternativas financieras como créditos especiales para construcciones sostenibles.</li> </ul>
Gestión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptar y modificar las Normas Nacionales de Construcción para incorporar la construcción y urbanización sostenible en las inversiones locales.</li> <li>• Establecer un sistema de control y asistencia técnica para mejorar la calidad de la autoconstrucción.</li> </ul>
Industria de la construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las compañías constructoras deberían implementar normas de calidad TQM e ISO 14000 para así introducir mejoras en la gestión y producción.</li> <li>• Reducir, reutilizar y reciclar los materiales de construcción en base a los conocimientos actuales de rendimiento.</li> <li>• Apoyar escuelas tecnológicas como SENCICO para que capaciten a los trabajadores de construcción en el desarrollo de las habilidades que se requieren para el uso de nuevos materiales, técnicas y procesos constructivos más ecos eficientes.</li> </ul>
Organizaciones No Gubernamentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar las capacidades de sus profesionales y técnicos para aplicar estos conceptos en sus proyectos.</li> <li>• Desarrollar un directorio de experiencias que hacen uso de sistemas de construcción limpios, y difundirlos a la sociedad.</li> <li>• Promover proyectos que devengan en viviendas, barrios y ciudades más ecos eficientes y sanos.</li> </ul>
Usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivar la aceptación de tecnologías adecuadas que contribuyan al desarrollo sostenible.</li> <li>• Participar de manera responsable en las decisiones relacionadas al medio ambiente y al desarrollo ambiental.</li> </ul>

*Nota. Tomado de Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2014)*

## **4.5 Nivel de certificación**

Existen tres niveles de certificación, los cuales se distinguen según el porcentaje de ahorro en lo que respecta a energía, agua y energía incorporada a los materiales. Todos ellos parten de un mínimo de ahorro del 20%.

### **4.5.1. Edge Certified**

Representa la certificación más básica dentro de EDGE. Así, para poder obtener este reconocimiento se debe sustentar que la edificación cuenta con un ahorro energético mínimo del 20%, un ahorro en el consumo de agua del 20% y un ahorro del 20% en energía incorporada a los materiales. Eduardo Souza (2020) explica que la energía incorporada o energía gris es la acumulación de todos los impactos de las emisiones de gases de efecto invernadero resultado de la extracción, fabricación, construcción, mantenimiento y eliminación de un material. Asimismo, este nivel de certificación no requiere renovación, se gestiona durante las etapas de certificación preliminar y definitiva y mantiene un costo por tarifa de registro y certificación.

### **3.5.2. Edge Advanced**

Para obtener este reconocimiento, se debe acreditar que el proyecto inmobiliario cuente con una reducción mínima del 40% de energía, 20% del consumo de agua y 20% de la energía incorporada a los materiales. La diferencia con el nivel anterior se evidencia en los estudios sobre proyectos, los certificados, la entrega de premios, entre otros (International Finance Corporation, 2021). Además, al igual que su antecesor, se gestiona en las etapas de certificación preliminar y definitiva, no requiere renovación y mantiene un costo por concepto de tarifas de registro y certificación.

### 3.5.3. Zero Carbo

Este nivel de certificación surge como resultado de una iniciativa por lograr un nivel cero de emisiones de carbono en edificios nuevos hacia el 2050 (International Finance Corporation, 2021). Este nivel de certificación es el más alto y acredita que la edificación tiene un ahorro mínimo del 20% en consumo de agua, 20% de ahorro en energía incorporada en los materiales y un ahorro de energía del 100%. Es decir, se busca el uso total de energías renovables. Cabe añadir que dentro de la contabilización se registra el uso de diésel y gas licuado de petróleo. Adicionalmente, un 40% de la energía reducida tiene que realizarse mediante el diseño del edificio y el restante debe ser abordado mediante fuentes renovables. También, como parte de su política, EDGE ofrece un software gratuito en la nube denominado EDGE Buildings App (Bioconstrucción y Energía Alternativa, 2020). Así, mediante este complemento, se puede visualizar con mayor facilidad el potencial retorno de inversión que tendrían las estrategias empleadas en el proyecto para cumplir los estándares de cualquiera de los niveles de certificación.

Con respecto al plazo, esta certificación se vuelve totalmente efectiva cuando se ha alcanzado un 75% de ocupación del edificio y se sustenta su efectividad con datos operativos. Adicionalmente, Zero Carbo se debe renovar cada cuatro años justificando el uso de energía renovable en un 100% y cada dos años mediante la adquisición de créditos de carbono. En el tema de costo puede llegar a costar hasta 500 dólares por proyecto y hasta 50 dólares por unidad de vivienda.

## 4.6 Solicitud de certificación ambiental

Como parte del trabajo de investigación, el caso de estudio, Edificio Mixto Cusco, se somete a una evaluación virtual del cumplimiento de estándares Edge. A continuación, se

detalla el proceso seguido y los primeros resultados obtenidos:

En primer lugar, se rellenó un formulario sobre los detalles del diseño, los cuales abarcan datos como la ubicación del proyecto, tipo de unidad de vivienda, área promedio por departamento, área de techo, número de dormitorios, número de pisos, unidades de vivienda, áreas de dormitorio, cocina, sala/comedor, baño, cuarto de ropas, área interna, entre otros. Así, mediante este tipo de información, el software virtual de EDGE calcula un aproximado del consumo final de energía, consumo de agua y costos de servicios públicos. De este modo, habiendo ingresado la información del proyecto se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 5

*Resultados preliminares de la evaluación sin considerar medidas ahorrativas*

Consumo	Consumo preliminar probable
Consumo final de energía	591.60 kWh/mes/unidad de vivienda
Consumo final de agua	19.13 kL/mes/unidad de vivienda
Costos de servicios públicos	443.44 soles/mes/unidad

En segundo lugar, partiendo de lo obtenido en la tabla 1, se busca incluir medidas que permitan ahorrar el consumo de energía, agua y energía incorporada en materiales. Es así como, el software de EDGE ofrece propuestas que se podrían implementar en el proyecto considerando los factores de mercado y contexto del país y región donde se desarrolle. En tercer lugar, en lo que respecta a medidas de ahorro de energía, se adopta la propuesta de aislar térmicamente el techo, proporcionar a la edificación de ventilación natural, bombillas ahorradoras de energía en espacios internos, áreas comunes y espacios externos. Asimismo, incluir controles de iluminación para áreas comunes y externas. Así, mediante la adopción de estas medidas se calcula una reducción del 35.59% del consumo de energía. Cabe añadir que este cálculo lo realiza el software virtual de EDGE.

En cuarto lugar, al igual que con la energía, se seleccionan medidas que permitan reducir el consumo de agua. Por lo tanto, considerando grifos de bajo flujo en todos los baños y un sistema de recolección de agua de lluvia con fines de riego de áreas verdes se consigue una reducción del 22.99% del consumo de recursos hídricos.

En quinto lugar, en lo concerniente a la energía gris o energía incorporada en los materiales, se consideran losas aligeradas y algunas macizas, las paredes externas se proponen de ladrillo caravista y bloques de concreto hueco. Asimismo, en las paredes internas se planea emplear paredes de ladrillo común. También, en los acabados de piso se proyecta usar madera laminada, en los marcos de ventana se usará aluminio. Finalmente, para el aislamiento del techo se plantea usar fibra de vidrio. De esta manera se consigue una reducción de energía en materiales del 30.61% según el análisis virtual del software EDGE.

## **Capítulo 5: Propuesta del plan de implementación**

### **5.1. Ahorro de energía**

El software de EDGE ofrece distintos cambios que incrementan la sostenibilidad del edificio y reducen el gasto de energía, estos pueden incidir en el diseño arquitectónico o puede consistir en la adquisición de elementos sostenibles, a continuación, se presentan algunos de ellos:

Tabla 6

*Resumen de las propuestas para ahorro de energía*

Código	Nombre	Descripción
HME01*	Reducción de la Proporción de vidrio en la fachada exterior - WWR	Donde se busca el equilibrio entre la iluminación y la ganancia de calor para la refrigeración.
HME02	Pintura reflectiva/tejas para techo: reflectividad solar (albedo) de 0.7	Este elemento permite reducir la carga de refrigeración en los espacios donde el aire acondicionado es requerido y mantener el confort térmico sin uso de elementos mecánicos.
HME03	Pintura reflectiva para paredes externas: reflectividad solar (albedo) de 0.7	Este elemento permite regular la temperatura de los interiores y exteriores, lo cual reduce la carga de refrigeración y promueve el confort térmico.
HME09	Ventilación natural	Los distintos ambientes (dormitorios, salas de estas y cocina) deben cumplir con una relación de las dimensiones apropiadas para su ventilación, y se debe considerar el uso de un sistema de refrigeración con control automático.
HME16	Bombillas ahorradoras de energía - Espacios internos	Donde las bombillas tienen un número bajo de consumo, al menos el 90% de estos focos deben ser de bajo consumo. Estas bombillas pueden ser fluorescentes compactas, ledes o T5, entre otros.
HME17	Bombillas ahorradoras de energía - Áreas comunes y espacios externos	

*Nota: Basado en las recomendaciones de EdgeApp (2021)*

### 5.1.1. Cambios propuestos

En el software de EDGE, se proponen distintas medidas de eficiencia energética para lograr un ahorro no menor al 20%. Por ello, se aplicaron distintos cambios, los cuales lograron un ahorro de 23.51% en energía. Cabe mencionar que, de acuerdo con las condiciones para la

certificación, todos los espacios habitables (salas, comedores, cocinas, baños, pasillos, escaleras) deben contar con iluminación eficiente. Los cambios seleccionados son los que se presentan a continuación:

- HME01: Reducción de la Proporción de vidrio en la fachada exterior – WWR

Aunque esta opción promueve el equilibrio térmico de la edificación, esta opción no es elegida debido a que difiere con la propuesta arquitectónica, ya que disminuyen las dimensiones de las ventanas e incrementan el área de la tabiquería en un 20%.

- HME02: Pintura reflectiva/tejas para techo: reflectividad solar (albedo) de 0.7

El uso de pintura reflectiva favorece el confort de los ambientes; sin embargo, los precios iniciales de acuerdo al mercado actual, aumentan en aproximadamente 70%, por lo que se optaron principalmente por cambios menos impactantes económicamente.

- HME03: Pintura reflectiva para paredes externas: reflectividad solar (albedo) de 0.7

La razón de no optar por este elemento es similar al explicado anteriormente, aunque estos elementos favorecen el confort térmico, se consideraron principalmente cambios menos impactantes económicamente y accesibles de acuerdo al segmento económico.

- HME09: Ventilación natural

Para la aplicación de este cambio es necesario realizar cambios a la arquitectura en planta y en altura, por lo tanto, dificulta la posibilidad de hacer cambios arquitectónicos cuando ya se tiene concluido el diseño estructural.

- HME16 Bombillas de bajo consumo: espacios internos
- HME 17 Bombillas de bajo consumo para áreas comunes y exteriores

Estos últimos dos cambios fueron aplicados y el recurso a usar luminarias LED, las cuales reducen el uso de energía, ya que cuentan con eficiencia energética, las ganancias de calor se reducen y su enfriamiento es más rápido. Es importante mencionar que estas bombillas tienen una vida útil entre 15 y 25 años, mientras que las luminarias convencionales estiman 1 año de vida útil, por lo tanto, a futuro, los costos de mantenimiento se reducen.

### 5.1.2. Ahorro conseguido

El ahorro conseguido tras el uso de bombillas de bajo consumo se puede observar en el siguiente gráfico, donde se presenta el caso base, en el cual no se ha aplicado ninguna mejora sostenible y el caso mejorado, en el cual se han propuesto cambios sostenibles:

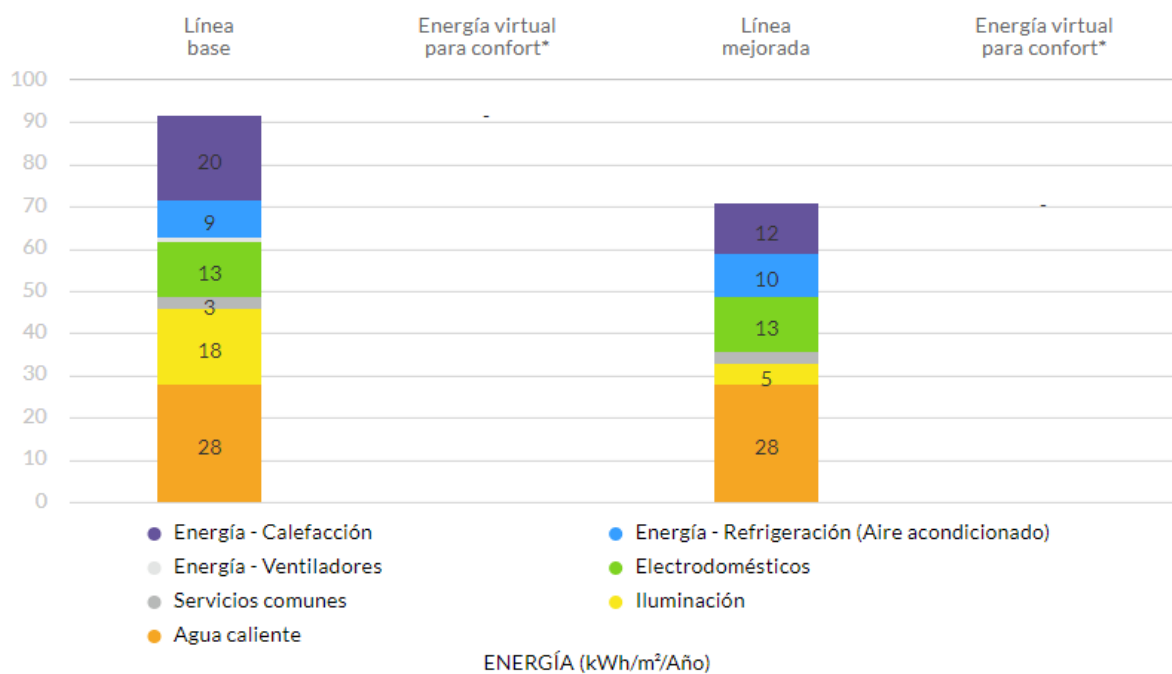


Figura 6. Energía

Tomado de Edge Software (2021)

Como se puede observar, en la línea base se cuenta con 13 kWh/m<sup>2</sup>/Año, mientras que en la base mejorada se tiene 5 kWh/m<sup>2</sup>/Año, lo cual representa una disminución de 8 kWh/m<sup>2</sup>/Año, por lo tanto, ello se traduce en menor costo a largo plazo.



### 5.1.3. Impacto económico

Es importante mencionar que el precio unitario S/. de kWh en el segmento socioeconómico 2B correspondiente al mes de octubre del 2021 por la empresa Electro Sur Este es 0.5642 por los primeros 30 kWh y 0.7522 por lo restante. Por lo tanto, sabiendo que en la edificación evaluada se tiene 92 puntos de luz, y considerando que un foco convencional cuenta con una potencia de 60 W y un foco LED con 7 W, además, asumiendo que estos se encuentran encendidos durante 8 horas, el costo total anual a pagar sería el siguiente:

$$kWh (1 \text{ foco convencional}) = 60 * \frac{8}{1000} = 0.48 kWh$$

$$kWh (total en 1 mes) = 0.48 * 12 * 30 = 172.8 kWh$$

$$Costo \text{ aproximado total anual} = 12 * (0.5642 * 30 + 0.7522 * 142.8) = 1,492.08 \text{ soles}$$

En cambio, si los focos son LED, cuya potencia es 7W (El País, 2017), se obtiene los siguientes resultados:

$$kWh (1 \text{ foco convencional}) = 7 * \frac{8}{1000} = 0.056 kWh$$

$$kWh (total en 1 mes) = 0.056 * 12 * 30 = 20.16 kWh$$

$$Costo \text{ aproximado anual} = 12 * 0.5642 * 20.16 = 136.44 \text{ soles}$$

Observamos que, en cuanto al precio inicial, la luminaria LED esta en desventaja; sin embargo, a largo plazo hubo un ahorro de hasta 90%, lo cual compensa y supera significativamente el gasto inicial, además es favorable ecológicamente.

Tabla 7

*Resumen de impacto económico por energía.*

	<b>Propuesta sin certificación – FOCOS CONVENCIONALES</b>	<b>Propuesta con certificación EDGE – LUMINARIA LED</b>	<b>Ahorro en soles</b>	<b>Impacto económico</b>
<b>Gasto inicial</b>	1,104 soles	3,680 soles	S/ 2,576.00	333%
<b>Gasto a futuro</b>	Aproximadamente 1,492.08 soles/año	Aproximadamente 136.44 soles/año	S/ 1,355.64	-90%

## 5.2. Ahorro de agua

De acuerdo con los datos del proyecto que fueron ingresados en el software Edge, se generan las siguientes propuestas para reducir el consumo de agua según el contexto peruano y la localidad de Wanchaq.

Tabla 8

*Resumen de las propuestas para ahorro de agua. Basado en las recomendaciones de EdgeApp.*

Código	Aparato sanitario	Propuesta
HMW01	Ducha	Emplear cabezales de ducha de bajo flujo
HMW02	Cocina	Utilizar grifos de bajo flujo para cocina
HMW03	Grifos	Usar grifos de bajo flujo en todos los baños
HMW04	Sanitarios	Implementar descarga doble para inodoros en todos los baños
HMW05	Sanitarios	Implementar sanitarios de descarga simple
HMW06	Lavado y limpieza	Emplear un sistema de recolección de agua de lluvia utilizando como mínimo el 50% del área del techo para este fin
HMW07	Sanitarios	Utilizar aguas grises recicladas para la descarga de los sanitarios
HMW08	Sanitarios	Usar aguas negras recicladas para la descarga de los sanitarios

Cabe añadir que, considerando la ubicación del proyecto, se considera entre los criterios de selección la facilidad de obtener los accesorios necesarios. En ese sentido, una de las tiendas comerciales más cercanas al lugar de la obra es Cassinelli. Según el mapa de Google Street view, aproximadamente a veinte minutos del distrito de Wanchaq se dispone de la tienda comercial, la cual es proveedora de productos Vainsa. Esta marca provee de catálogos de productos con alto detalle de especificaciones técnicas, los cuales servirán para analizar la viabilidad de las propuestas.

También a veinte minutos del distrito de Wanchaq se ubica una tienda Maestro, la cual también es considerada para validar los precios de los cambios a realizar.

### **5.2.1. Cambios propuestos**

Los cambios propuestos lograron un ahorro de consumo de agua del 26.74%. De esta manera, se supera el requerimiento del Nivel 1 de certificación EDGE. La justificación de los procedimientos constructivos se presenta a continuación:

- HMW01: Emplear cabezales de ducha de bajo flujo

La propuesta HMW01 se descarta como propuesta de implementación. Inicialmente es considerada dentro de las alternativas a implementar ya que, solo requeriría implementar un cambio en los cabezales de las duchas. Es decir, el diseño de redes de agua ni la composición original de las baterías de aparatos sanitarios no se ve afectada. Esta situación se repetirá para los demás accesorios en la batería de aparatos sanitarios. En ese sentido, la reducción en el consumo de agua se simplifica al encontrar un cabezal de ducha que garantice el ahorro de agua. Sin embargo, considerando el estado socioeconómico del proyecto, se plantea alcanzar el mínimo porcentaje de ahorro exigido por la certificación EDGE. Entonces, habiéndose priorizado otras medidas para alcanzar el 20% de ahorro, esta opción se desestima.

- HMW02: Utilizar grifos de bajo flujo para cocina

La propuesta HMW02 se desestima por no encontrarse un proveedor que cuente con disponibilidad de grifos con esta función cerca al punto de ejecución de la obra. Además, con los cambios ya adoptados se consigue una reducción superior al 20% que exige EDGE; por consiguiente, realizar más cambios encarecería el proyecto.

- HMW03: Usar grifos de bajo flujo en todos los baños

La propuesta HMW03 se descarta por representar un sobre costo no viable. Se requerirían cambiar 17 grifos y el costo de un grifo supera en aproximadamente 65% el precio de uno normal. Del mismo modo, habiéndose alcanzado el nivel 1 de certificación, ya no se prevé continuar elevando el costo.

- HMW04: Implementar descarga doble para inodoros en todos los baños

La propuesta HMW04 es descartada por representar un aumento sustancial en el costo final. El monto presupuestado para los inodoros de dos piezas es de 164.81 soles e implementar un sistema de descarga doble representa una inversión de 272 soles (considerando como proveedor a Cassinelli). Es decir, por inodoro, se requeriría aumentar 107.19 soles.

- HMW05: Implementar sanitarios de descarga simple

Esta propuesta sí es considerada. Desde el inicio del proyecto, la especialidad de arquitectura programó implementar inodoros de descarga simple; sin embargo, estos eran de 6L por descarga. Sin embargo, con el fin de incrementar el ahorro de consumo de agua, se plantea usar inodoros con capacidad de descarga de 4.8 L. Este producto está disponible en tiendas Maestro con un incremento de costo de 96.19 soles.

- HMW06: Lavado y limpieza

Esta propuesta sí es considerada para su implementación. El proyecto se ubica en un área con alta precipitación pluvial. En los meses con mayor incidencia se puede registrar una precipitación de hasta 156 mm/mes (Ministerio del Ambiente, 2020); de este modo, se

dispone de una dotación importante proveniente de las lluvias que podría ser reutilizada. Asimismo, un porcentaje importante del costo de implementar un sistema de recolección de agua ya está incorporado puesto que se concibió el proyecto con un techo a dos aguas y canaletas de recolección, lo cual facilita emplear un sistema de recolección de agua de lluvia utilizando como mínimo el 50% del área del techo. Esta fuente adicional será destinada para regar áreas verdes y limpieza de veredas.

- HMW07 y HMW08

Implementar un sistema de reutilización de aguas para la descarga de sanitarios conlleva un sobrecosto en accesorios, aumento de capacidad de almacenaje de inodoro, dificultad de instalación, entre otros. Adicionalmente, el mantenimiento que necesitaría sería muy elevado. Las aguas grises son más fáciles de reutilizar ya que provienen de lavatorios y cocina. Sin embargo, esto no significa que se excluyan de un tratamiento. Las aguas negras son aún más complicadas de reutilizar puesto que contienen desechos humanos, los cuales son altamente contaminantes (Boss Tech, 2020). En ambos casos, se requeriría implementar un tanque séptico y ello incrementa el precio por departamento, lo cual entorpece su venta.

### **5.2.2 Ahorro conseguido**

Implementando las medidas HMW05 Y HMW06 se consigue un ahorro en el consumo de agua del 26.74%. El gráfico mostrado a continuación resume la comparativa que el software EDGE realiza entre el caso base (situación donde no se realiza ningún cambio) y el caso con certificación incorporada

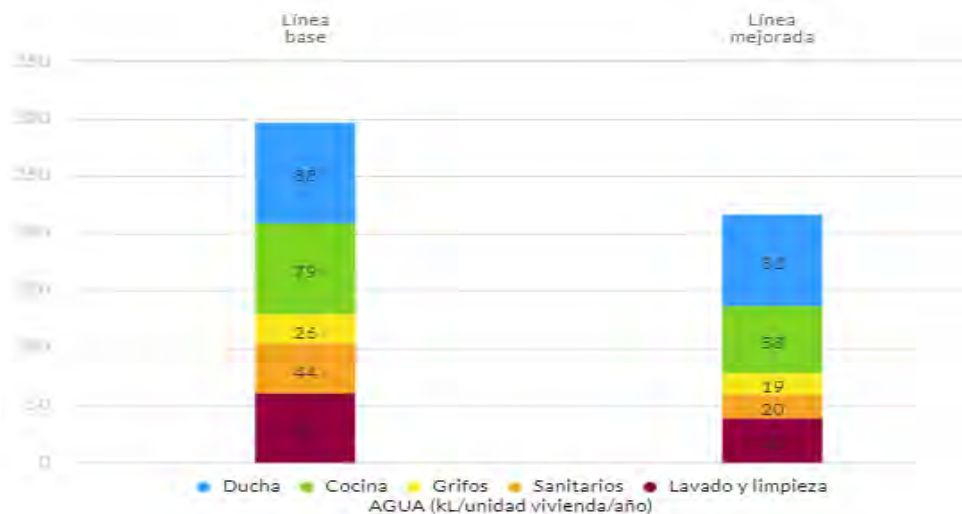


Figura 7. Consumo comparativo de agua

Tomado de Edge Software (2021)

Cambiar sanitarios de descarga simple de 6L a 4.8 L representa un ahorro del 20% en el consumo de baterías sanitarias. Del mismo modo, según Senamhi (2020), en Wanchaq hay una precipitación mínima de 3.34 mm/mes y una máxima de 156.32 mm/mes. Además, sabiendo que el área del techo a dos aguas es de 260 m<sup>2</sup> se tiene lo siguiente:

Para 1m<sup>2</sup>: 1mm = 1 L =>

260 m<sup>2</sup> x 3.34 = 868 L -> volumen mínimo obtenido

260 m<sup>2</sup> x 156.32 = 40 643 L -> volumen máximo obtenido

De acuerdo con el inciso u del artículo 2.2 de la norma IS 010, la dotación de agua para áreas verdes es de 2 L/d x m<sup>2</sup>. Además, sabiendo que el área verde asciende a 220.83 m<sup>2</sup> se obtiene que la capacidad de la cisterna para regar áreas verdes y limpieza es de 441 L. Sin embargo, por recomendaciones de seguridad se acepta un factor de seguridad de 1.25. Por consiguiente, la capacidad final óptima es de 550 a 600L. Cabe añadir que 550 litros es la cantidad de agua que se está ahorrando ya que su fuente será el agua de lluvia y no la red pública de Cusco.

Finalmente, de acuerdo con los valores obtenidos previamente el volumen mínimo que se puede recolectar es de 868L, el cual es mayor a los 600L que se requieren. Por consiguiente, es altamente factible implementar el sistema de recolección de agua de lluvia.

### 5.2.3. Impacto económico

La variación del costo se calcula a partir del plano anexado. En resumen, implementar los cambios para conseguir un ahorro en el consumo de agua de 26.74% representa una inversión adicional de 1153.98 soles.

Tabla 9

*Resumen de impacto económico para ahorro de consumo de agua*

Elemento	Medida	Costo Adicional total
Tubería de 4" de desagüe	19 m	617.31 soles
Bomba centrifuga Rotoplas 1/2 HP	1 unidad	419.00 soles
Filtro pluvial modelo G300346013	1 unidad	25.91 euros = 117.67 soles

### 5.3. Ahorro de Materiales

La certificación EDGE lista los materiales que contiene la base de datos para la cual se debe aprobar como mínimo el 20% de ahorro en materiales. La lista se detalla a continuación:

Tabla 10

*Listado de materiales o productos incluidos en la certificación EDGE*

Tipo de material	Materiales o producto incluidos	
Albañilería cerámica	Revestimiento de ladrillo y ladrillo común	Bloque de arcilla en forma de panal
Elementos prefabricados de concreto	Panel de pared de fierro + cemento	Paneles de concreto prefabricado

Bloque de mampostería	Bloque de concreto celular esterilizado en autoclave (aircrete) Bloque de concreto ligero Bloque de concreto hueco de peso medio	Bloque de concreto denso Bloque FalG (cenizas volantes / cal / yeso) Bloque de piedra caliza local
Tejas	Teja de arcilla	Teja de microhormigón
Productos basados en la Tierra	Bloque de tierra estabilizada con cemento Bloque de suelo estabilizado con cenizas volantes Bloque de suelo estabilizado GGBS	Bloques / muros de tierra apisonada Yeso de barro
Piso	Hoja de linóleo Alfombra Azulejos de terrazo Pisos de vinilo	Azulejos de piedra / puñaladas Baldosas de cerámica Baldosas de terracota Tarima de madera laminada
Productos de yeso	Cartón de yeso Panel de yeso	Panel de yeso fosforado Yeso
Aislamiento	Lana mineral Poliestireno expandido Paca de paja	Yute Espuma de poliuretano rígida
Productos metálicos	Acero de refuerzo Sección de acero estructural Revestimiento de fachada perfilado de aluminio	Acero galvanizado corrugado (zinc corrugado) Revestimiento de fachada perfilado de acero Coates
Productos de madera	Revestimiento de madera contrachapada	Madera estructural
Vidrio y ventanas	Vidrio flotado Marco de ventana de PVC-u Marcos de ventana de acero	Marco de viento de aluminio Marcos de ventana de madera Marcos de ventana compuestos de madera / plástico

*Nota. Tomado de Excellence in Design for Greater Efficiencies (2021)*



Como parte de la evaluación, Edge no solo califica al producto final, sino también al proceso de fabricación de cada uno de ellos. Por ejemplo, el concreto es el producto final y el software Edge evalúa la fabricación desde la producción del cemento Portland. Esta metodología describe los conjuntos de datos para productos finales e intermedios.

### **5.3.1. Cambios propuestos**

Los cambios propuestos lograron un ahorro de energía igual al 32.7 %. Con ello se supera el Nivel 1 de ahorro en energía incorporada en los materiales. Los procedimientos constructivos seleccionados se presentan a continuación:

- HMM01: Se propone losas de concreto armado in situ con un espesor igual a 300 mm y acero de 33 kg / m<sup>2</sup>

Se optó por esta opción en lugar de las losas prefabricadas por la ubicación del proyecto. La disponibilidad de losas prefabricadas en Cusco es reducida y su traslado a otra ciudad limita en caso existan errores al armar el elemento, dimensiones o problemas de fisuras al momento de su instalación. Además, los ductos y otras instalaciones que vayan sobre estas losas pueden ser causantes indirectos de fisuras por el espesor de este elemento.

HMM02: Se propone la construcción de techo con concreto armado in situ con un espesor igual a 300 mm y acero de 33 kg / m<sup>2</sup>. Las losas tendrán como relleno concreto tipo 1.

Para esta opción no se optó por techos prefabricados por los mismos puntos explicados en el ítem anterior. La otra opción disponible en el software era el uso de tejas de arcilla, sin embargo, estas no son capaces de soportar pesos importantes. La ciudad del Cusco llega a temperaturas muy bajas y lluvias constantes, el uso de este sistema ocasiona daños en la estructura y en los habitantes. Además, estas no se pueden instalar como productos finales, sino debido a su peso deben ser reforzadas. Son caras a comparación del concreto convencional y no son adecuadas para climas que lleguen a temperaturas bajo 0.

- HMM03: Para los muros exteriores se propone que sean revestidos con ladrillo común y bloques de concreto. El ladrillo de revestimiento de tipo 1 y bloques de concreto con huecos.

Se escogió esta opción por su conocida instalación por encima de opciones de muros de arcilla o prefabricados. Tampoco se optó por muros de yeso debido a que este material se daña con el agua, y la construcción se encuentra en una localidad con lluvias constantes en los 4 meses finales del año. Además, no es una solución duradera, su tiempo de vida es de 40 años en promedio. El edificio será de uso mixto, por lo que el primer piso que está compuesto por tiendas estará en constantes cambios de decoración. Esta opción de yeso limita el colgar un espejo, televisor u otro objeto ya que solo puede cargar objetos de hasta 8kg.

- HMM04: Para las paredes internas se propone que sean de ladrillo común con yeso en ambos lados (100 mm). La pared de ladrillo será de tipo 1 con yeso en ambos lados.

Para esta opción sí se optó por el uso de yeso ya que su uso será interno y no se verán expuestos a las lluvias. Además, se utilizará en conjunto con ladrillos que son de fácil acceso y costo.

- HMM05: Los pisos se proponen de madera laminada tipo 1

Se propone el uso de pisos de madera laminada por encima de las baldosas cerámicas ya que estas últimas requieren adicionalmente mortero para su instalación, lo cual aumenta el tiempo de construcción. Además, son poco elásticas y permanecer de pie es más dificultoso. Es una solución fría, lo cual es ventajoso solo en verano, sin embargo, en la ciudad del Cusco las temperaturas bajan los 0 grados.

Otra opción disponible eran los pisos vinílicos, sin embargo, este material puede decolorar con el tiempo y la luz solar. Además, se daña con facilidad y su reemplazo involucra altos costos.

Por último, se optó por una solución de madera laminada por encima del parquet ya que este último se daña con la humedad, se levanta y su reparación es limitada. Es susceptible y para mantener su brillo debe tener mantenimiento.

- HMM06: Los marcos de ventana se proponen de aluminio

Las otras opciones disponibles eran marcos de madera, de material reciclado presente en la construcción y de acero. No se optó por la madera ya que por la ubicación este material puede sufrir deterioro por los insectos que se encuentran en la zona. Además, requiere de mayores precauciones al ser un material expuesto al fuego. De optar por esta opción se tendría que usar madera contralaminada, la cual es más cara que el aluminio. Tampoco se optó por utilizar materiales reciclados debido a que es una construcción nueva y no existen materiales disponibles en el terreno de construcciones anteriores.

Por otro lado, el aluminio es más ligero que el acero. Esto facilita su instalación y traslado a obra. Es un material duradero y tiene propiedades anticorrosivas. El aluminio tiene una capa delgada de óxido de aluminio que garantiza la protección ante la oxidación. El acero de igual manera tiene estas propiedades, sin embargo, su costo es mayor.

### **5.3.2. Ahorro conseguido**

Como se mencionó anteriormente, las medidas de eficiencia de materiales son iguales al 32.70%. El siguiente gráfico muestra la comparativa para la energía incorporada entre el caso base y el caso con la certificación incorporada:

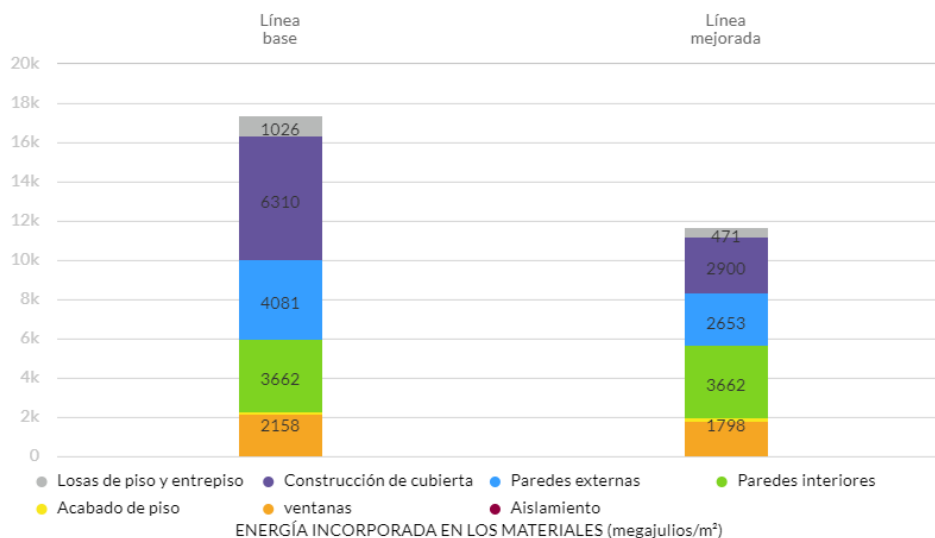


Figura 8. Energía incorporada.

Tomado de Edge Software (2021)

Para las losas se reduce la energía incorporada de 1026 MJ/m<sup>2</sup> a 471 MJ/m<sup>2</sup>, para la construcción de techo se reduce de 6310 MJ/m<sup>2</sup> a 2900 MJ/m<sup>2</sup>, para las paredes exteriores se reduce de 4081 MJ/m<sup>2</sup> a 2653 MJ/m<sup>2</sup> y para ventanas de 2158 MJ/m<sup>2</sup> a 1798 MJ/m<sup>2</sup>.

### 5.3.3. Impacto económico

Tabla 11

*Comparativa de propuestas en materiales*

	Propuesta sin certificación	Propuesta con certificación EDGE
Muros	LADRILLO KING KONG: 0,55 soles/pieza	BLOCK ENTERO LISO 12X19X39 NATURAL: 1,43 soles/pieza
Tarrajeo interior	TARRAJEO MUROS INT.FROTACHADO MEZ.C: A 1:5, E=1.5 CM: 27.91 soles/m <sup>2</sup>	YESO CON CINTAS E=1.0 CM: 39.77 soles/m <sup>2</sup>
Pisos	CERÁMICO, GRES PORCELÁNICO TERRACOTA GRIS RÚSTICO 60X60 CM: 72.47 soles/m <sup>2</sup>	PISO MADERA LAMINADA 45X45 CM: 67.95 soles/m <sup>2</sup>
Ventanas	VENTANA DE MADERA CON HOJAS, CEDRO 100x70 cm: 124.84 soles/m <sup>2</sup>	VENTANAS DE ALUMINIO: 204.50 soles/m <sup>2</sup>

El costo total sin IGV de la propuesta sin certificación es de 0.55 soles por pieza de ladrillo KK y 225.22 soles/m<sup>2</sup> para el tarrajeo, pisos y ventanas. La propuesta con la certificación EDGE Nivel 1 tiene un costo de 1.43 soles por pieza de bloque de concreto y 312.22 soles/m<sup>2</sup>. Es decir, el aumento para certificar el edificio por m<sup>2</sup> es de 87 soles. Este costo adicional se puede asumir y solventar con los bonos que brindaría el estado por construir un edificio sostenible.

## **Capítulo 6: Conclusiones y lecciones aprendidas**

### **6.1 Conclusiones**

- La certificación sostenible EDGE garantiza la eficiencia y ahorro del edificio en agua, energía y materiales. Si bien es cierto la inversión inicial es mayor, los costes a lo largo de su vida útil son menores. Por ejemplo, se logra el ahorro de agua e instalación de fuentes de energía renovables. Los criterios de la certificación EDGE funcionan como un parámetro de inicio para la gestión de incentivos económicos del estado peruano como Bono Verde. De igual manera, es un referente para poder contar con beneficios publicitarios que ofrecen algunas municipalidades distritales.
- EDGE ofrece un software gratuito para postular a su certificación. Mediante esta herramienta se pueden decidir los cambios que se podrían efectuar en el proyecto para reducir el consumo de agua, energía o energía incorporada a los materiales.
- Reutilizar el agua de lluvia para el riego de área verde y/o limpieza significa un ahorro aproximado de 550 litros de agua por día de acuerdo con las características del proyecto Edificio Mixto Cusco. Emplear inodoros de descarga simple de 4.8 L representa un ahorro del 20% con respecto a su variante inicial de 6 L por descarga.
- Se obtuvo un porcentaje de eficiencia en el consumo de agua del proyecto de 26.74% mediante el uso del agua de lluvia para limpieza y riego de áreas verdes y el uso de

inodoros con descarga simple de 4.8 L.

- Se obtuvo un porcentaje de eficiencia de materiales igual al 32.70 % que involucra a los muros exteriores, interiores, pisos y ventanas.
- De acuerdo con la Tabla 7, se concluye que, el precio de inversión en la compra de luminarias LED es 333% de la inversión en la compra de luminarias convencionales; sin embargo, a largo plazo se tiene un ahorro de alrededor de 90% en costos de energía eléctrica, lo cual representa un ahorro aproximado de S/. 1,355.64 anualmente. Asimismo, se obtuvo un 23.51% de ahorro en energía, por lo tanto se cumple la certificación de EDGE CERTIFIED.

### **6.1 Lecciones aprendidas**

La certificación EDGE se está popularizando cada vez en Perú. Después de haber realizado el presente trabajo de investigación se ha percibido que una de sus principales fortalezas es la facilidad con la que se puede identificar las modificaciones necesarias para que el proyecto mantenga un consumo eficiente de recursos. De igual manera, como parte del proceso de certificación se dispone de la posibilidad de contar con un auditor capacitado que ayuda a la empresa con todos los detalles para incrementar sus probabilidades de conseguir la certificación. Es decir, el proceso de postulación es amigable y no requiere de un desarrollo sumamente técnico en sus etapas iniciales, sino que es simplificado con el software virtual que ofrece EDGE.

El Bono Verde es un crédito que ofrece el Estado peruano que representa el 30% de ahorro mensual en una edificación sostenible. Postular y contar con este bono garantiza ahorros económicos a los habitantes, ya que en el recurso del agua se logran sistemas ahorradores y de reúso de aguas grises, y en recurso de la luz opta por un sistema de iluminación de bajo consumo y/o sistemas ahorradores. Además, el gobierno brinda incentivos monetarios para

construir nuevas edificaciones eco amigables. Actualmente hay aproximadamente 150 proyectos certificados con este bono y se busca ampliar esta cifra.



## Bibliografía

- ADI PERU (2020). *Seminario IFC: La certificación EDGE en el contexto peruano*. Recuperado de [https://www.youtube.com/watch?v=-8eRuyDPBRE&t=183s&ab\\_channel=ADI.PER%C3%9A](https://www.youtube.com/watch?v=-8eRuyDPBRE&t=183s&ab_channel=ADI.PER%C3%9A)
- AVANLUCE. (2017). Tabla comparativa de fuentes de luz. Vida media útil (horas), consumo energético (W) y flujo luminoso (lm). Recuperado de <https://www.avanluce.com/eficiencia-energetica-iluminacion/tabla-comparativa-de-fuentes-de-luz-vida-media-util-horas-consumo-energetico-w-y-flujo-luminoso-lm/>
- Bioconstrucción y Energía Alternativa. (2020). Certificación EDGE. Recuperado 31 de octubre de 2021, de <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>
- BREEAM.ES. (2020). Disponible 31 de octubre de 2021, <https://breeam.es/> Calixtro Cordero, P. Y. (2020, June 8). ¿Por qué debemos apuntar a una construcción sostenible en Perú?
- Boss Tech. (2021). Diferencia y tratamiento de aguas grises y negras. Recuperado 21 de noviembre de 2021, de <https://bosstech.pe/diferencia-y-tratamiento-de-aguas-grises-y-negras/>
- EcoArquitect. Retrieved October 8, 2021, from <https://ecoarquitect.com/por-que-debemos-apuntar-construccion-sostenible-peru/>
- CEPAL. (2016). La extracción mundial de materiales se triplicó en cuatro décadas y agudiza el cambio climático y la contaminación atmosférica | Comunicado de prensa | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Cepal.org. <https://www.cepal.org/es/comunicados/la-extraccion-mundial-materiales-se-triplico-cuatro-decadas-agudiza-cambio-climatico-la>



*Construmatica* (2010). Disponible 31 de octubre de 2021, [https://www.construmatica.com/construpedia/Sistemas\\_Constructivos\\_Sostenibles#a\\_vimientos](https://www.construmatica.com/construpedia/Sistemas_Constructivos_Sostenibles#a_vimientos)

Esperanza, K. (2018). Sector constructor es el principal consumidor de recursos naturales. Recuperado 31 de octubre de 2021, de <https://centrourbano.com/construccion/constructor-consumidor-recursos-naturales/>

*GOB.pe* (2021). Disponible 31 de octubre de 2021, <https://www.gob.pe/756-solicitar-una-certificacion-ambiental>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. En *Journal of Chemical Information and Modeling* (6.<sup>a</sup>ed.). México D.F.: McGRAW HILL.

Inforegion (2019). Plásticos de la construcción son los más contaminantes en las playas del Perú. Retrieved October 8, 2021, from <https://www.inforegion.pe/260547/plasticos-con-los-mas-contaminantes-en-las-playas-del-peru/>

International Finance Corporation. (2019). *EDGE Methodology Report. 2.0*, 1-10. Recuperado de <https://www.edgebuildings.com/wp-content/uploads/2019/07/180709-EDGE-Methodology-Version-2.pdf>

International Finance Corporation. (2021). EDGE Buildings. Recuperado 21 de noviembre de 2021, de <https://edgebuildings.com/?lang=es>

Lamy, R., Dziedzic, R. M., Rauen, W. B., & Dziedzic, M. (2021). Potential contribution of environmental building certifications to urban sustainability-Curitiba case study. *Sustainable Cities and Society*, 73, 103131.

Lopez, P. (2021). El avance de la vivienda verde y la certificación EDGE en Perú. Recuperado 21 de noviembre de 2021, de <https://www.bbva.com/es/pe/el-avance-de-la-vivienda-verde-y-la-certificacion-edge-en-peru/>

Ministerio del Ambiente. (2020). Senamhi - Cusco. Recuperado 21 de noviembre de 2021, de <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cusco&p=pronostico-detalle>

Ministerio de Vivienda (2012). Aprueban Reglamento de Protección Ambiental para proyectos vinculados a las actividades de Vivienda, Urbanismo, Construcción y Saneamiento. *El Peruano*, pp. 1-13

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). ELABORACIÓN DE MEDIDAS SOBRE LA CONSTRUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO. Recuperado 31 de octubre de 2021, de <http://portal.apci.gob.pe/noticias/Atach/Presentaciones/2015/FondoEstudios/8.%20Vivienda%20sostenible/3-EscenariosFuturos.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). PERÚ HACIA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMATICO. Recuperado 31 de octubre de 2021, de [https://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/edicion\\_final\\_estudio\\_construccion\\_sostenible.pdf](https://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/edicion_final_estudio_construccion_sostenible.pdf)

Ministerio de Vivienda Perú. (2021). Presentación del Código Técnico Construcción Sostenible [YouTube Video]. In *YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=2iK9s3NxEx4>

Miranda, L., Neira, E., Torres, R. y Valdivia, R. (2018) La construcción sostenible en el Perú. *Foro Ciudades para la Vida*, pp.1-10

Monje, C. (2011). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y*

CUALITATIVA. Neiva: Universidad Surcolombiana.

Project Management Institute. (2017). Guía del PMBOK. En *Guía de los Fundamentos para la dirección de Proyectos* (6.<sup>a</sup>ed.).

Ramírez, A. (2002). La construcción sostenible. <i>Física y Sociedad</i>, 31. Retrieved from [https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13\\_30-33.pdf](https://www.cofis.es/pdf/fys/fys13/fys13_30-33.pdf)

*Science Direct* (2021). Energy certification of existing office buildings: Analysis of two case studies and qualitative reflection. Disponible 31 de octubre de 2021, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670713000164>

*Science Direct* (2020). Potential contribution of environmental building certifications to urban sustainability - Curitiba case study. Disponible 31 de octubre de 2021, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670721004133>

*Science Direct* (2020). To be green or not to be: How environmental regulations shape contractor greenwashing behaviors in construction projects. Disponible 31 de octubre de 2021, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221067072030682X>

Souza, E. (2020). Carbono incorporado en los materiales de construcción: qué es y cómo calcularlo. Recuperado 31 de octubre de 2021, de <https://fpaa.site/2020/01/10/carbono-incorporado-en-los-materiales-de-construccion-que-es-y-como-calcularlo/>

Valdivia, R. (2018). *Construcción verde*. Lima.

*Whole Building Design Guide* (2021). Disponible 31 de octubre de 2021, <https://www.wbdg.org/resources/green-building-standards-and-certification-systems>

*World Green Building Council* (2021). Disponible 31 de octubre de 2021, <https://www.worldgbc.org/benefits-green-buildings>

*Zero Consulting* (2021). Disponible 31 de octubre de 2021,

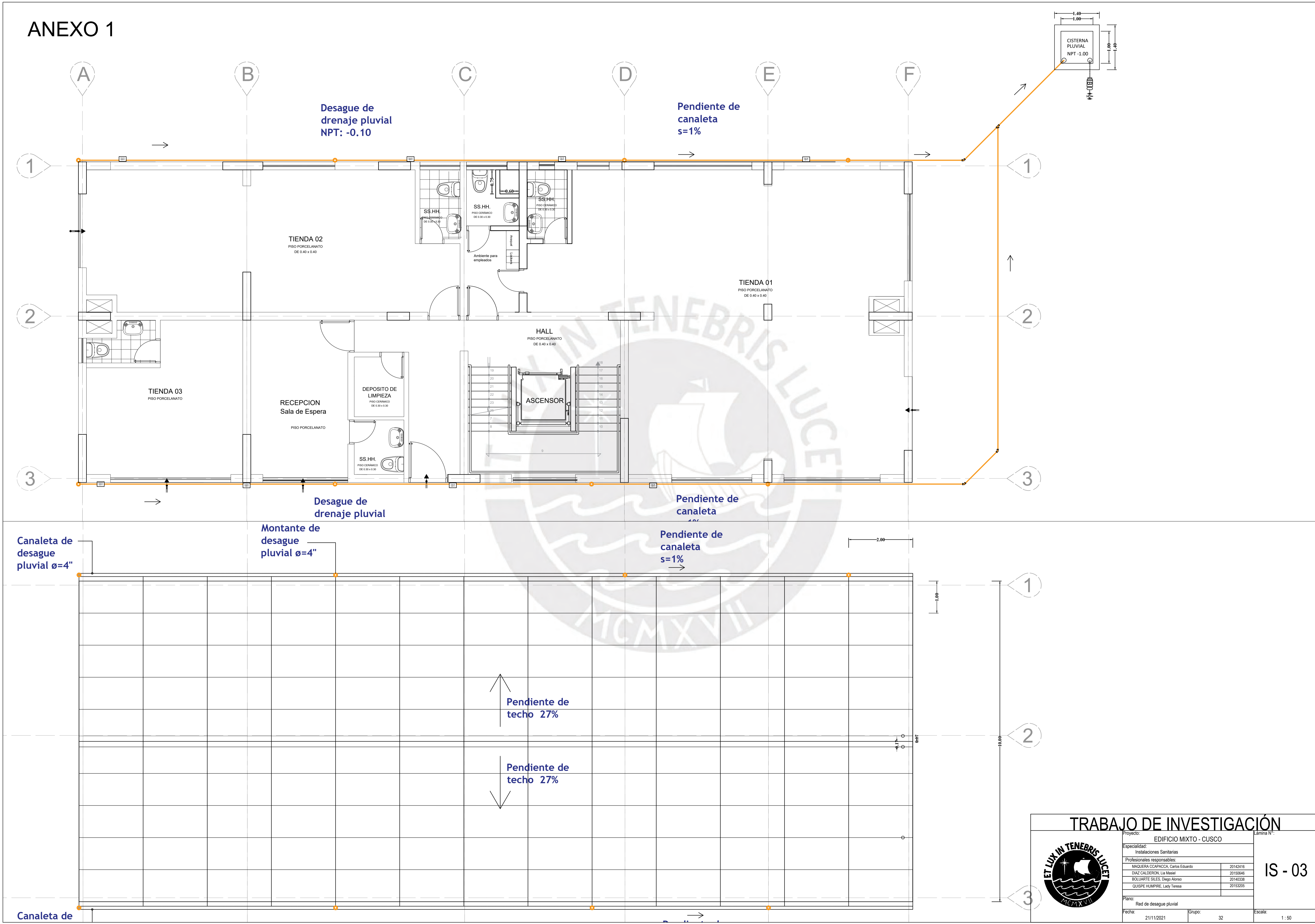
<https://blog.zeroconsulting.com/comparativa-certificaciones-sostenibilidad>



**Anexo 01: Plano de propuesta de certificación EDGE**



# ANEXO 1



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Proyecto: EDIFICIO MIXTO - CUSCO  
Especialidad: Instalaciones Sanitarias  
Profesionales responsables:  
MAQUERA COPAPACA, Carlos Eduardo 20142416  
DIAZ CALDERON, Luis Miguel 20150646  
BOLUARTE SILES, Diego Alonso 20140338  
QUISPE HUMPIRE, Lady Teresa 20153205

Plano: Red de desague pluvial  
Fecha: 21/11/2021 Grupo: 32 Escala: 1:50

IS - 03





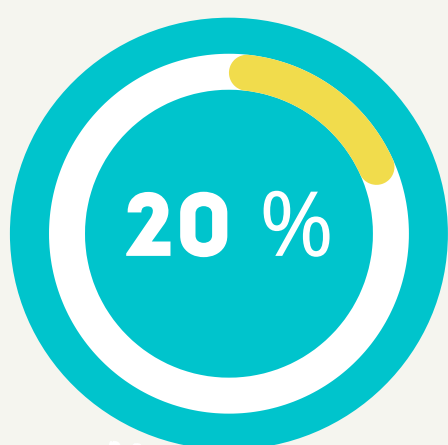
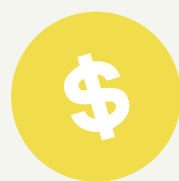
**Anexo 02: Cartilla de presentación de certificación EDGE**

Beneficios de

# EDGE EN "EDIFICIO MIXTO WÁNCHAQ"



NIVEL I



**MENOS**

AHORRA COMO MÍNIMO

- DE ENERGÍA
- DE AGUA
- DE ENERGÍA INCORPORADA A LOS MATERIALES

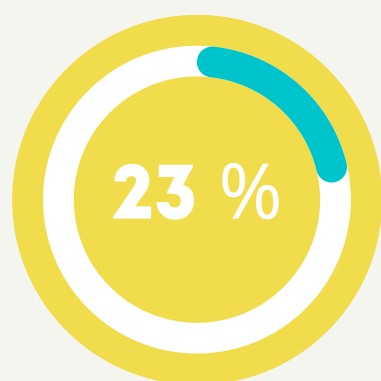
## ¿POR QUÉ EDGE?

- MAYOR RECONOCIMIENTO: ETIQUETA DE SOSTENIBILIDAD "MI VIVIENDA VERDE"
- INCENTIVOS MUNICIPALES
- BONO VERDE
- SOFTWARE GRATUITO Y AMIGABLE
- CRECIMIENTO DE 300% EN LOS ÚLTIMOS 3 AÑOS (PERÚ)

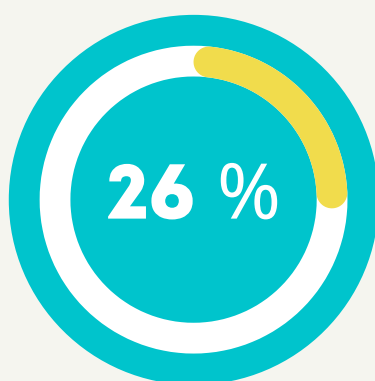
## ENERGIA INCORPORADA A MATERIALES

- Aumento de 87 soles por m<sup>2</sup> en la construcción del edificio. Costo que se solventaría con el Bono Verde que brinda el Estado
- Se garantiza un 32.70% de ahorro de energía incorporada a los materiales

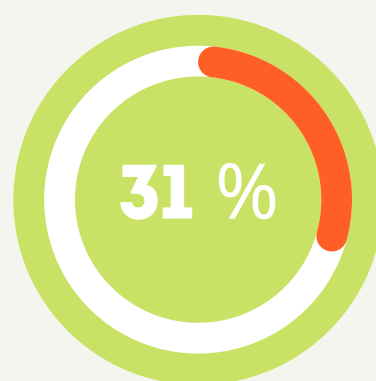
EL EDIFICIO MIXTO WANCHAQ OFRECE UNA REDUCCIÓN DE:



**ENERGIA**



**AGUA**



**MATERIALES**

## ENERGIA

- El ahorro a largo plazo es igual al 90% en costos de energía, lo cual representa un ahorro de 10.563 soles
- Utilización de bombillas LED en todo el edificio
- Se garantiza un 23.51% de ahorro de energía

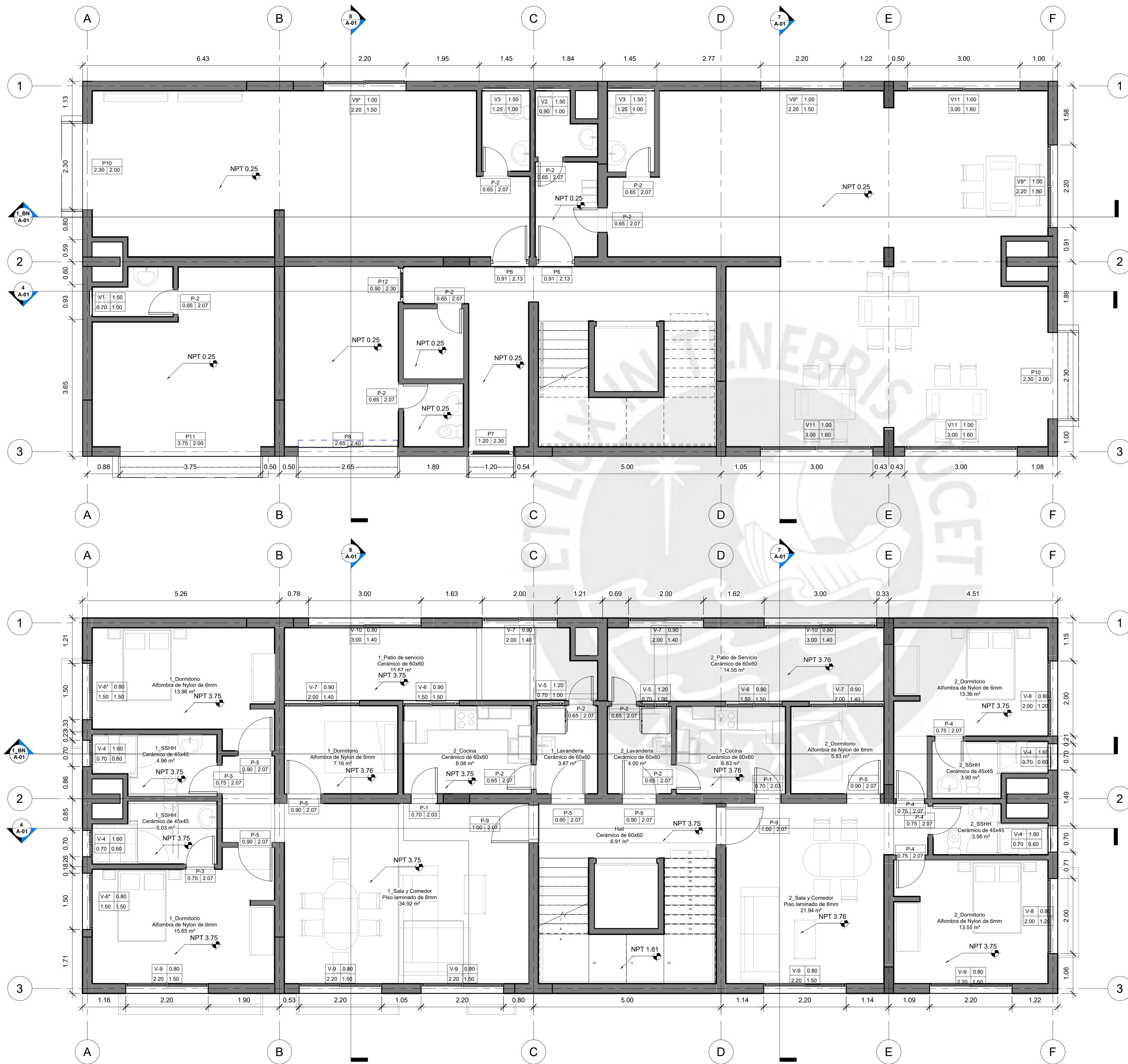
## AGUA

- Reutilización de agua de lluvia para el riego. Ahorro de 550 litros de agua por día.
- inodoros de descarga simple de 4.8 L. Ahorro de 20% con respecto a los comunes.
- Se garantiza un 26.74% de ahorro de agua en total






**Anexo 03: Planos de arquitectura del proyecto**



Cuadro de Vano - Puertas			
Tipo	Ancho	Alto	Descripción
P1	0.70	2.03	Contraplacada
P2	0.65	2.07	Contraplacada
P3	0.75	2.07	Contraplacada
P4	0.75	2.07	Contraplacada
P5	0.90	2.07	Contraplacada
P6	0.91	2.13	Cortafuego
P7	1.20	2.30	Vidrio
P8	2.65	2.40	Vidrio
P9	1.00	2.07	Madera
P10	2.30	2.00	Metálica
P11	3.75	2.00	Metálica
P12	0.90	2.30	Vidrio

Cuadro de Vanos - Ventanas				
Tipo	Ancho	Alto	Alefeizer	Descripción
V1	0.70	1.00	1.50	Vidrio
V2	0.90	1.00	1.50	Vidrio
V3	1.25	1.00	1.50	Vidrio
V4	0.70	0.60	1.60	Vidrio
V5	0.70	1.00	1.20	Vidrio
V6	1.50	1.50	0.90	Vidrio
V6*	1.50	1.50	0.80	Vidrio
V7	2.00	1.40	0.90	Vidrio
V8	2.00	1.20	0.80	Vidrio
V9	2.20	1.50	0.80	Vidrio
V9*	2.20	1.50	1.00	Vidrio
V10	3.00	1.40	0.80	Vidrio
V11	3.00	1.60	1.00	Vidrio



**PROYECTO INTEGRADOR**

Proyecto: Edificio Mixto - Cuso  
Especialidad: Arquitectura

Profesionales responsables:


HAQUELA OCCAPAZA, Carlos Eduardo	20140216
DAZ CALDERON, Lia Mabel	20150946
BOLUARTE SILES, Diego Alonso	20140338
QUISPE HUMFRE, Lady Teresa	20183205

Plano: Detalle Arquitectónico Planta Baja y Típica

Fecha: 11/20/2021 5:51:31 AM    Grupo: 32    Escala: 1 : 50

A-01



PROYECTO INTEGRADOR			
	Proyecto:	Edificio Mixto - Cusco	
	Especialidad:	Arquitectura	
	Profesionales responsables:		
	MAQUERA CCAPIAZA, Carlos Eduardo	20142416	
	DAZ CALDERON, Lia Mabel	20150946	
	BOLUARTE SILES, Diego Alonso	20140338	
	QUISPE HUMFRE, Lady Teresa	20183205	
Plano:	Modelo 3D		
Fecha:	11/21/2021 8:08:57 PM	Grupo:	32
		Escala:	

A-07