

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Desarrollo de los criterios de Certificación EDGE en una edificación existente para lograr aproximación hacia una Edificación Sostenible, Región Pasco, 2023**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Civil**

**Autor:**

**Bach. Cristhian Nicol COLQUI COZ**

**Asesor:**

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**Cerro de Pasco - Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Desarrollo de los criterios de Certificación EDGE en una edificación existente para lograr aproximación hacia una Edificación Sostenible, Región Pasco, 2023**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del Jurado:**

---

**Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCIA**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Pedro YARASCA CÓRDOVA**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 158-2023-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Desarrollo de los criterios de Certificación EDGE en una edificación existente para lograr aproximación hacia una Edificación Sostenible, Región Pasco, 2023**

Apellidos y nombres de los tesistas  
Bach. COLQUI COZ, Cristhian Nicol

Escuela de Formación Profesional  
**Ingeniería Civil**

Apellidos y nombres del Asesor  
Dr. REQUIS CARBAJAL, Luis Villar

Índice de Similitud  
**4 %**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 31 de octubre del 2023

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
**Luis Villar Requis Carvajal**  
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

## **DEDICATORIA**

A DIOS, padre todo poderoso, por brindarme el conocimiento,  
la fuerza necesaria y estar siempre conmigo.

A mis padres José y Gloria, quienes me formaron en la vida con  
valores y dieron su esfuerzo para lograr mis metas  
profesionales.

A mis hermanas Damaris, Danitza y Jhadira guías de mi logro  
profesional.

A mi provincia de Pasco, quien me vio crecer y desarrollarme  
personalmente y en lo profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Dar gracias en primer lugar a Dios por darme la vida, así mismo brindarme el conocimiento y la fortaleza necesaria, parámetros esenciales para lograr y desarrollar el trabajo de investigación.

A mis padres y hermanas, quienes me brindaron el apoyo incondicional, la fortaleza y sus motivaciones para lograr mis objetivos.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – E.F.P. Ingeniería Civil, hermosa carrera que me brindo los conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional.

A mis colegas y amigos quienes aportaron para el logro de la investigación.

## RESUMEN

En la actualidad los efectos del cambio climático a nivel mundial e internacional, presentan afectos adversos en lo económico y el desarrollo social, siendo uno de los causantes de mayor incidencia el actuar humano, a través de la industria y uno de los sectores de mayor contribución es la construcción, por lo cual es de necesidad implementar tecnologías y sistemas sostenibles. La presente investigación plantea el objetivo de analizar la influencia y el desarrollo de los Criterios Sostenibles a nivel de certificación EDGE para lograr su aproximación hacia una Edificación Sostenible, teniendo como caso de estudio la edificación de la facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión -Pasco. La metodología como tipo de investigación fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel descriptivo, diseño no experimental y método hipotético -deductivo. Posterior a ello se realizó la comparativa cuantitativa que se tiene actualmente en la edificación en condiciones iniciales y con las propuestas sostenibles implementadas en la investigación desarrollados en el aplicativo EDGE, con el fin de alcanzar los hitos establecidos en la certificación los cuales son, como mínimo, la reducción en el consumo del recurso energético, hídrico y materiales en un 20%. Los resultados obtenidos de la investigación indican los siguiente: La reducción de consumo energético fue de 24.77%, la reducción de consumo hídrico fue de 29.41% y la eficiencia de los materiales con menor energía incorporada en 34%. Así mismo en base al desarrollo de los criterios para la eficiencia energética e hídrica se logró una reducción de emisión de GEI en 38, 424.41 KgCO<sub>2</sub>/año y en materiales 151.51 KgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>.

**Palabras clave:** Certificación EDGE, edificación sostenible, eficiencia hídrica, eficiencia energética, materiales eficientes, impacto ambiental.

## ABSTRACT

At present, the effects of climate change at a global and international level have adverse effects on the economic and social development, being one of the causes of greater incidence the human action, through the industry and one of the sectors of greater contribution is the construction, for which it is necessary to implement sustainable technologies and systems. The objective of this research is to analyze the influence and development of the Sustainable Criteria at the EDGE certification level to achieve its approach towards a Sustainable Building, having as a case study the building of the Faculty of Law and Political Sciences of the Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión -Pasco. The methodology as type of research was of quantitative approach, applied type, descriptive level, non-experimental design and hypothetical-deductive method. Subsequently, a quantitative comparison was made between the current building under initial conditions and the sustainable proposals implemented in the research developed in the EDGE application, in order to achieve the milestones established in the certification, which are, at least, a 20% reduction in the consumption of energy, water and materials. The results obtained from the research indicate the following: The reduction of energy consumption was 24.77%, the reduction of water consumption was 29.41% and the efficiency of materials with less energy incorporated in 34%. Likewise, based on the development of the criteria for energy and water efficiency, a reduction in GHG emissions of 38,424.41 KgCO<sub>2</sub>/year and in materials 151.51 KgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> was achieved.

**Key words:** EDGE certification, sustainable building, water efficiency, energy efficiency, efficient materials, environmental impact.

## INTRODUCCION

En el presente a nivel mundial se están sufriendo los efectos del cambio climático, a raíz de la no conservación y el daño hacia el medio ambiente debido al crecimiento de la industria en todos los sectores de producción, la quema de fósiles para la obtención de energía, deforestación desmesurada entre otros, por esta razón el principal causante es el ser humano que debido a su actuar ha alterado el ciclo de la vida y como consecuencia se afecta directamente el desarrollo de la vida en el planeta. En el Perú de igual manera los efectos del cambio climático se manifiestan en el deshielo de los glaciares, inundaciones, sequías entre otros por lo cual nuestro país es considerado vulnerable ante los efectos del cambio climático a nivel mundial por ende se tiene que realizar acciones para hacer frente y reducir el daño que se genera al medio ambiente.

El sector construcción es uno de los de mayor producción en el Perú, a su vez es un sector que se encuentra en desarrollo por lo cual la industria que se genera demanda un gran consumo de los recursos naturales, así mismo se prevalece el sistema de construcción tradicional, esto muestra altos consumos de energía hidráulica, energía energética y el uso de materiales convencionales que afectan al medio ambiente, así como la emisión de grandes cantidades de gases de efecto invernadero, planteando serios desafíos para la mitigación del impacto ambiental.

Hoy en día gracias a la creciente conciencia ambiental en atención al cambio climático, ha creado la necesidad de insertar el concepto de desarrollo sostenible en las edificaciones, convirtiéndose en una prioridad a nivel global. Entonces surgen organismos diligentes al cuidado del medio ambiente, trazando mejores diseños, aminorando el consumo del agua, priorizando la eficiencia en el consumo energético y planteando



sistemas de certificación de construcciones sostenibles, quienes concentran en ejecutar edificios eficientes.

El Perú Green Building Council (Peru GBC) es una organización privada que promueve la implementación de edificios sostenibles para la reducción de emisiones de carbono en las edificaciones y conllevar la industria de la construcción a ser sustentable. Como acreditación de que una edificación es sostenible existen tres instituciones internacionales de certificación en el Perú que vienen a ser LEED, BREEAM y EDGE, estas brindan herramientas que garantizan que los proyectos hayan desarrollado y cumplan con los lineamientos de sostenibilidad. Para el presente trabajo de investigación se usará los criterios de sostenibilidad brindados por el sistema de certificación EDGE, quienes evalúan la eficiencia energética, eficiencia hídrica y la gestión de la energía incorporada de los materiales, además este sistema de certificación brinda criterios que se pueden adaptar de acuerdo al nivel de desarrollo en el país porque no son considerados como criterios sostenibles muy exigentes y difíciles de desarrollar.

La presente investigación se desarrolla desde el análisis de la edificación existente de la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a ser evaluada en sus consideraciones iniciales y luego proponer alcances de mejora según los criterios sostenibles. De acuerdo al análisis de la edificación, este presenta una edificación basada en criterios que prevalece la funcionalidad y la estética arquitectónica, renunciando el cuidado ambiental sostenible.

Entonces el objetivo general del presente trabajo es, desarrollar los criterios sostenibles a nivel de la Certificación EDGE en la edificación de la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión para lograr aproximación hacia una Edificación Sostenible. Ello será alcanzado mediante la implementación efectiva del

recurso hídrico, recurso energético y aplicación de materiales de construcción con menor energía incorporada, del mismo modo realizar una comparación frente a la edificación actual en cuanto al grado de aporte en la mitigación del impacto ambiental.

La transformación de la facultad de Derecho hacia una edificación sostenible implica enfrentar retos significativos relacionados con el consumo de recursos hídricos y energéticos, así como la selección de materiales eco amigables. Sin embargo, es fundamental abordar estos desafíos para reducir el impacto ambiental y contribuir a la mitigación del cambio climático. Al hacerlo, no solo se logrará una mejora significativa en la eficiencia y sostenibilidad de la facultad de Derecho, sino que también se sentará un precedente para futuras construcciones de edificaciones según su tipología en la Región Pasco.

## **INDICE**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

### **CAPITULO I**

#### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.1. | Identificación y determinación del problema ..... | 1  |
| 1.2. | Delimitación de la investigación.....             | 13 |
| 1.3. | Formulación del problema .....                    | 14 |
|      | 1.3.1. Problema General .....                     | 14 |
|      | 1.3.2. Problemas Específicos .....                | 14 |
| 1.4. | Formulación de objetivos.....                     | 15 |
|      | 1.4.1. Objetivo General.....                      | 15 |
|      | 1.4.2. Objetivos Específicos .....                | 15 |
| 1.5. | Justificación de la investigación .....           | 15 |

|      |                                       |    |
|------|---------------------------------------|----|
| 1.6. | Limitaciones de la investigación..... | 17 |
|------|---------------------------------------|----|

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.1. | Antecedentes de estudio.....                            | 19 |
| 2.2. | Bases teóricas – científicas .....                      | 26 |
| 2.3. | Definición de términos básicos.....                     | 86 |
| 2.4. | Formulación de hipótesis .....                          | 89 |
|      | 2.4.1. Hipótesis General .....                          | 89 |
|      | 2.4.2. Hipótesis Especificas .....                      | 90 |
| 2.5. | Identificación de variables .....                       | 90 |
|      | 2.5.1. Variable independiente .....                     | 90 |
|      | 2.5.2. Variable dependiente .....                       | 90 |
| 2.6. | Definición Operacional de variables e indicadores ..... | 90 |

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACION**

|      |   |    |
|------|---|----|
| 3.1. | Tipo de investigación.....                            | 92 |
| 3.2. | Nivel de investigación .....                          | 93 |
| 3.3. | Métodos de investigación .....                        | 93 |
| 3.4. | Diseño de investigación .....                         | 93 |
| 3.5. | Población y muestra.....                              | 94 |
| 3.6. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... | 95 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.7.  | Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación | 96 |
| 3.8.  | Técnicas y procesamiento de análisis de datos .....                        | 97 |
| 3.9.  | Tratamiento estadístico .....  | 98 |
| 3.10. | Orientación ética filosófica y epistémica.....                             | 98 |

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 4.1. | Descripción del trabajo de campo.....                       | 100 |
| 4.2. | Presentación, análisis e interpretación de resultados ..... | 136 |
| 4.3. | Prueba de hipótesis .....                                   | 159 |
|      | 4.3.1. Prueba de hipótesis general .....                    | 159 |
|      | 4.3.2. Prueba de hipótesis específica .....                 | 160 |
| 4.4. | Discusión de resultados .....                               | 162 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## INDICE DE TABLAS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 1</b> Sistemas de certificación sostenible en el mundo .....                           | 37  |
| <b>Tabla 2</b> Niveles de certificación LEED .....  | 39  |
| <b>Tabla 3</b> Categorías de sistema de certificación BREEAM.....                               | 40  |
| <b>Tabla 4</b> Incidencia de evaluación de categorías de BREEAM.....                            | 41  |
| <b>Tabla 5</b> Tipologías de proyectos BREEAM .....   | 41  |
| <b>Tabla 6</b> Niveles de certificación EDGE .....  | 43  |
| <b>Tabla 7</b> Medidas de eficiencia energética según certificación EDGE.....                   | 45  |
| <b>Tabla 8</b> Control de iluminación según tipología de edificio .....                         | 48  |
| <b>Tabla 9</b> Sensores para control de iluminación según EDGE.....                             | 49  |
| <b>Tabla 10</b> Medidas de eficiencia en el consumo del agua según certificación<br>EDGE.....   | 55  |
| <b>Tabla 11</b> Aplicaciones de aguas almacenadas de lluvia .....                               | 64  |
| <b>Tabla 12</b> Medidas de eficiencia en el uso de materiales según certificación EDGE<br>..... | 71  |
| <b>Tabla 13</b> Materiales eficientes para losa de piso .....                                   | 72  |
| <b>Tabla 14</b> Materiales eficientes para acabado de piso .....                                | 73  |
| <b>Tabla 15</b> Materiales eficientes para paredes interiores.....                              | 74  |
| <b>Tabla 16</b> Factores de emisión en Kg/CO2 por fuente de energía.....                        | 80  |
| <b>Tabla 17</b> Número de proyectos con certificación LEED en Perú.....                         | 83  |
| <b>Tabla 18</b> Departamentos con certificación EDGE en el Perú .....                           | 84  |
| <b>Tabla 19</b> Proyectos con certificación EDGE en Perú según nivel de certificación<br>.....  | 85  |
| <b>Tabla 20</b> Matriz de operacionalización de variables .....                                 | 91  |
| <b>Tabla 21</b> Área techada de ambientes de la edificación.....                                | 109 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 22</b> Datos de entrada al aplicativo EDGE.....  | 110 |
| <b>Tabla 23</b> Cantidad de aparatos sanitarios por nivel.....  | 111 |
| <b>Tabla 24</b> Cálculo de uso de aparatos sanitarios por persona por día y nivel...                  | 112 |
| <b>Tabla 25</b> Uso total de aparatos sanitarios por día de la edificación .....                      | 112 |
| <b>Tabla 26</b> Especificaciones de aparatos sanitarios existentes .....                              | 113 |
| <b>Tabla 27</b> Consumo de agua de aparatos sanitarios en condiciones iniciales...                    | 113 |
| <b>Tabla 28</b> Consumo anual generado en condiciones iniciales .....                                 | 114 |
| <b>Tabla 29</b> Potencia de dispositivo eléctricos (W) en condiciones iniciales .....                 | 115 |
| <b>Tabla 30</b> Cuantificación de dispositivos eléctricos – Primer nivel .....                        | 116 |
| <b>Tabla 31</b> Consumo energético inicial en luminarias – Primer nivel.....                          | 116 |
| <b>Tabla 32</b> Cuantificación de dispositivos eléctricos – Segundo nivel .....                       | 117 |
| <b>Tabla 33</b> Consumo energético inicial en luminarias – Segundo nivel .....                        | 117 |
| <b>Tabla 34</b> Cuantificación de dispositivos eléctricos – Tercer nivel.....                         | 118 |
| <b>Tabla 35</b> Consumo energético inicial en luminarias – Tercer nivel .....                         | 118 |
| <b>Tabla 36</b> Cuantificación de dispositivos eléctricos – Cuarto nivel .....                        | 119 |
| <b>Tabla 37</b> Consumo energético inicial en luminarias – Cuarto nivel.....                          | 119 |
| <b>Tabla 38</b> Consumo de energía en KW/mes en luminarias por niveles en condiciones iniciales ..... | 120 |
| <b>Tabla 39</b> Consumo energético mensual de la edificación en luminarias existentes .....           | 120 |
| <b>Tabla 40</b> Incidencia de fuentes de consumo de energía .....                                     | 121 |
| <b>Tabla 41</b> Especificaciones de aparatos sanitarios de bajo consumo.....                          | 136 |
| <b>Tabla 42</b> Consumo de agua en condiciones de eficiencia hídrica .....                            | 137 |
| <b>Tabla 43</b> Consumo de agua en condiciones de eficiencia hídrica por mes .....                    | 137 |
| <b>Tabla 44</b> Oferta de agua de precipitación pluvial en un periodo de 24 horas .                   | 139 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 45</b> Oferta de aguas grises.....   | 140 |
| <b>Tabla 46</b> Comparativa de resultados de eficiencia hídrica y condiciones iniciales<br>.....          | 143 |
| <b>Tabla 47</b> Consumo energético en luminarias en condiciones de eficiencia<br>energética.....          | 144 |
| <b>Tabla 48</b> Consumo de energía mensual de luminarias en condiciones de<br>eficiencia energética ..... | 145 |
| <b>Tabla 49</b> Incidencia de fuente de consumo de energía en la edificación al año<br>.....              | 145 |
| <b>Tabla 50</b> Oferta de energía renovable por paneles solares .....                                     | 147 |
| <b>Tabla 51</b> Oferta de energía renovable por vidrios fotovoltaicos .....                               | 147 |
| <b>Tabla 52</b> Comparativa de resultados de eficiencia energética y en condiciones<br>iniciales.....     | 150 |
| <b>Tabla 53</b> Metrado de acabados de piso por ambientes existentes e incidencia                         | 152 |
| <b>Tabla 54</b> Emisión de CO2 emitida por recurso hídrico en condiciones iniciales<br>.....              | 155 |
| <b>Tabla 55</b> Emisión de CO2 emitida por recurso hídrico en condiciones sostenibles<br>.....            | 155 |
| <b>Tabla 56</b> Reducción de emisiones de CO2 en el consumo hídrico .....                                 | 156 |
| <b>Tabla 57</b> Emisión de CO2 emitida por recurso energético en condiciones iniciales<br>.....           | 157 |
| <b>Tabla 58</b> Emisión de CO2 emitida por recurso energético en condiciones<br>sostenibles.....          | 157 |
| <b>Tabla 59</b> Reducción de emisiones de CO2 en el consumo energético .....                              | 157 |
| <b>Tabla 60</b> Emisiones de CO2 según energía incorporada en los materiales .....                        | 159 |



## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> Emisiones globales de gases de efecto invernadero 1990-2021 .....                                 | 2  |
| <b>Figura 2</b> Estimación de emisiones de GEI entre el 2019 y 2021 (GtCO <sub>2</sub> e) .....                   | 3  |
| <b>Figura 3</b> Distribución de emisiones netas de GEI del 2019 en el Perú .....                                  | 4  |
| <b>Figura 4</b> Tendencia de emisiones netas por gas de efecto invernadero (GEI) en el Perú .....                 | 5  |
| <b>Figura 5</b> Consumo de energía en el sector construcción en edificaciones, 2010 – 2021 .....                  | 5  |
| <b>Figura 6</b> Participación del consumo de energía en el sector construcción 2021 .....                         | 6  |
| <b>Figura 7</b> Emisiones de CO <sub>2</sub> en la industria de la construcción de edificaciones, 2010-2021 ..... | 7  |
| <b>Figura 8</b> Incidencia de participación en emisiones de CO <sub>2</sub> del sector construcción 2021 .....    | 7  |
| <b>Figura 9</b> Consumo de energía por sectores en el Perú .....  | 9  |
| <b>Figura 10</b> Participación de fuentes de energía en el consumo final del sector público .....                 | 10 |
| <b>Figura 11</b> Disponibilidad hídrica a nivel nacional según vertiente en HM3.....                              | 10 |
| <b>Figura 12</b> Triangulo de Nijkamp .....   | 29 |
| <b>Figura 13</b> Objetivos del desarrollo sostenible .....  | 33 |
| <b>Figura 14</b> Requisitos mínimos según nivel de certificación EDGE .....                                       | 43 |
| <b>Figura 15</b> Rangos de eficacia y vida útil según tipo de lámpara.....  | 47 |
| <b>Figura 16</b> Esquema de una celda fotovoltaica.....   | 51 |
| <b>Figura 17</b> Componentes de un sistema solar fotovoltaico.....  | 53 |
| <b>Figura 18</b> Propiedades físicas del vidrio fotovoltaico .....  | 54 |
| <b>Figura 19</b> Aireadores en grifos .....   | 56 |
| <b>Figura 20</b> Inodoros de doble descarga.....  | 57 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 21</b> Inodoro incorporado con fluxómetro .....                                  | 58  |
| <b>Figura 22</b> Urinario con fluxómetro .....   | 59  |
| <b>Figura 23</b> Coeficientes de escorrentía .....   | 61  |
| <b>Figura 24</b> Rejillas de protección en canaletas .....                                 | 62  |
| <b>Figura 25</b> Interceptor de primeras aguas .....                                       | 63  |
| <b>Figura 26</b> Sistema de tratamiento de aguas grises.....                               | 65  |
| <b>Figura 27</b> Tratamiento físico de Aguas grises.....                                   | 67  |
| <b>Figura 28</b> Tratamiento físico – químico de aguas grises.....                         | 68  |
| <b>Figura 29</b> Tratamiento biológico de aguas grises.....                                | 69  |
| <b>Figura 30</b> Estructura de reutilización de aguas grises .....                         | 70  |
| <b>Figura 31</b> Bloque de ladrillo de arcilla.....  | 75  |
| <b>Figura 32</b> Bloque de concreto hueco.....   | 75  |
| <b>Figura 33</b> Cálculo de emisiones de CO2 por consumo de energía eléctrica .....        | 80  |
| <b>Figura 34</b> Factores de emisión según costos energéticos de tratamiento de agua ..... | 81  |
| <b>Figura 35</b> Proyectos LEED por regiones en el Perú.....                               | 83  |
| <b>Figura 36</b> Tipología de proyectos de LEED en Perú.....                               | 84  |
| <b>Figura 37</b> Tipología de proyectos EDGE en el Perú.....                               | 85  |
| <b>Figura 38</b> Parámetros sostenibles en el Centro Tecnológico – SENATI .....            | 86  |
| <b>Figura 39</b> Ubicación del proyecto .....  | 101 |
| <b>Figura 40</b> Plano de medidas perimétricas del proyecto.....                           | 102 |
| <b>Figura 41</b> Elevación frontal de la Facultad de Derecho .....                         | 103 |
| <b>Figura 42</b> Vista de fachada principal de la Facultad de Derecho.....                 | 103 |
| <b>Figura 43</b> Planta del primer nivel de la edificación de estudio .....                | 104 |

|                  |  |     |
|------------------|--|-----|
| <b>Figura 44</b> | Planta del segundo nivel de la edificación de estudio.....         | 105 |
| <b>Figura 45</b> | Planta del tercer nivel de la edificación de estudio.....          | 106 |
| <b>Figura 46</b> | Planta del cuarto nivel de la edificación de estudio.....          | 107 |
| <b>Figura 47</b> | Planta de la azotea de la edificación de estudio.....              | 108 |
| <b>Figura 48</b> | Interfaz de aplicación EDGE .....                                  | 111 |
| <b>Figura 49</b> | Especificaciones técnicas de luminarias existentes .....           | 115 |
| <b>Figura 50</b> | Llave temporizado de bajo flujo – TREBOL.....                      | 122 |
| <b>Figura 51</b> | Fluxómetro mecánico para inodoro de 3.8lts – TREBOL .....          | 123 |
| <b>Figura 52</b> | Fluxómetro mecánico para urinario de 1.5lts – VAINSA .....         | 124 |
| <b>Figura 53</b> | Sistema indirecto de distribución de agua .....                    | 125 |
| <b>Figura 54</b> | Sistema de reciclaje de aguas grises en una edificación.....       | 127 |
| <b>Figura 55</b> | Luminaria Downlight LED circular de 24W de la marca Lightech       | 128 |
| <b>Figura 56</b> | Luminaria Downlight LED circular de 18W de la marca Lightech       | 129 |
| <b>Figura 57</b> | Luminaria Panel LED rectangular de 48W de la marca Lightech ..     | 129 |
| <b>Figura 58</b> | Downlight LED circular de 18W con sensor de movimiento.....        | 130 |
| <b>Figura 59</b> | Panel solar monocristalino – Autosolar .....                       | 131 |
| <b>Figura 60</b> | Estructura de soporte de panel fotovoltaico.....                   | 132 |
| <b>Figura 61</b> | Muros de cortina fotovoltaica – Vidrio fotovoltaico .....          | 133 |
| <b>Figura 62</b> | Losa maciza usada en el proyecto.....                              | 133 |
| <b>Figura 63</b> | Sistema de losa con viguetas pretensadas - prefabricadas .....     | 134 |
| <b>Figura 64</b> | Detalle de losa mixta con bandeja de concreto y poliestireno ..... | 134 |
| <b>Figura 65</b> | Muros no portantes de bloques King Block.....                      | 135 |
| <b>Figura 66</b> | Estación meteorológica de Cerro de Pasco.....                      | 138 |
| <b>Figura 67</b> | Precipitaciones máximas en 24 horas (mm) .....                     | 139 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 68</b> Implementación de grifos temporizadores con aireadores de 5.16 lts/min .....                                 | 140 |
| <b>Figura 69</b> Implementación de inodoros con fluxómetro de 3.8lts/descarga....   | 141 |
| <b>Figura 70</b> Implementación de fluxómetros en urinarios de 1.5lts/descarga....  | 141 |
| <b>Figura 71</b> Implementación de sistema de recolección de aguas de lluvia.....   | 141 |
| <b>Figura 72</b> Implementación de sistema de reúso de aguas grises .....   | 142 |
| <b>Figura 73</b> Resultados de eficiencia hídrica – Aplicación EDGE .....   | 142 |
| <b>Figura 74</b> Ubicación de paneles solares fotovoltaicos en la edificación.....  | 146 |
| <b>Figura 75</b> Implementación de luminarias LED con eficiencia de 80lm/W .....  | 148 |
| <b>Figura 76</b> Implementación de controles de iluminación .....   | 149 |
| <b>Figura 77</b> Implementación de sistemas de energía renovable.....   | 149 |
| <b>Figura 78</b> Resultados de eficiencia energética – Aplicación EDGE.....   | 150 |
| <b>Figura 79</b> Implementación de sistema de losas con viguetas prefabricada y aligerantes de poliestireno y/o arcilla ..... | 151 |
| <b>Figura 80</b> Implementación de material laminado y porcelanato en acabado de piso.....                                    | 152 |
| <b>Figura 81</b> Implementación de bloques de concreto hueco de peso medio .....  | 153 |
| <b>Figura 82</b> Resultados de eficiencia en materiales - Aplicación EDGE.....  | 154 |
| <b>Figura 84</b> Comparativo de emisiones de CO2 de consumo hídrico .....   | 156 |
| <b>Figura 85</b> Comparativo de emisiones de CO2 de consumo de energía eléctrica .....  | 158 |
| <b>Figura 86</b> Comparativo de emisiones de CO2 en materiales .....  | 159 |
| <b>Figura 87</b> Comparativo de consumo de recurso hídrico.....   | 160 |
| <b>Figura 88</b> Comparativo de consumo de energía eléctrica .....  | 161 |
| <b>Figura 89</b> Comparativo de emisiones de CO2eq en el uso de materiales .....  | 162 |

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

En la actualidad a nivel mundial estamos viviendo en una época, donde la naturaleza está mostrando los efectos más adversos a raíz de las acciones que realizamos como humanos a lo largo del tiempo y que han afectado a nuestro planeta y el efecto de mayor impacto es el Cambio Climático.

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, s.f.), el cambio climático desde el siglo XIX tiene como principal causante a la actividad humana debido a la acción de la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas, lo que conlleva a cambios a largo de las temperaturas y patrones climáticos.

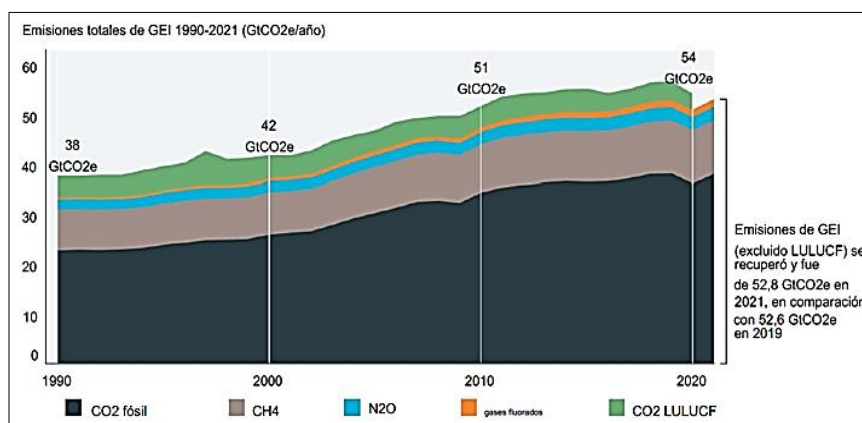
El cambio climático como efecto principal ha derivado en un Calentamiento Global que viene a ser el aumento gradual de la temperatura del

planeta, ello debido al efecto invernadero que es la acumulación de gases atrapados en la atmosfera, también son denominados como gases de efecto invernadero (GEI), estos absorben la radiación que emite el planeta y aumenta el calor, impidiendo que la energía sea devuelta al espacio. En consecuencia, se prevé que el cambio climático seguirá afectando el sistema natural del planeta durante mucho tiempo, puesto que los GEI permanecen en la atmosfera durante mucho tiempo. (Frohmann y Olmos, 2013)

A nivel mundial las emisiones de GEI se encuentra en crecimiento en los últimos 10 años. En el periodo de los años del 2010 y 2019 se registró un promedio de crecimiento de emisión de gases de efecto invernadero en 1.1% anual a comparación entre los años del 2000 y 2009 que su tasa de crecimiento anual fue de 2.6%, alrededor de 35 países que representan el 10% de los emisiones de GEI a nivel global alcanzaron el punto máximo de emisiones de CO2 y otros gases contaminantes, a pesar de sus reducciones obtenidas estas fueron superadas por el incremento de emisiones globales en otros lugares del planeta. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2022)

**Figura 1**

*Emisiones globales de gases de efecto invernadero 1990-2021*

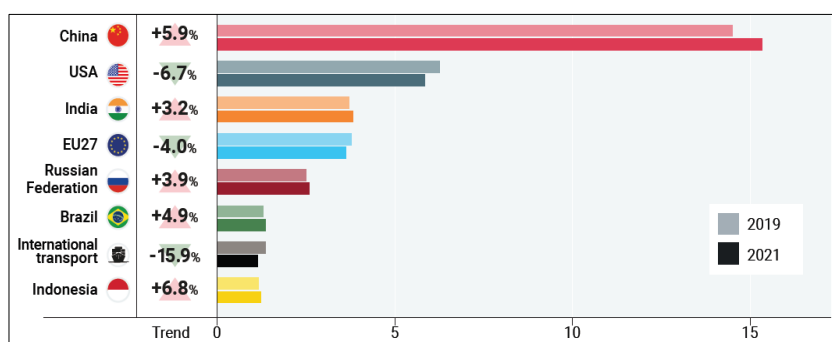


*Nota.* Fuente: Tomado del informe sobre la brecha de emisiones (PNUMA , 2022, p. 5)

Como se puede observar en la figura 2, según el Informe sobre la brecha de emisiones 2022, PNUMA (2022), menciona que a nivel internacional los países con mayor emisión de GEI son: China, Estados Unidos, India, la Unión Europea 27, Indonesia, Brasil, la Federación de Rusia y el transporte internacional. En conclusión, se puede indicar que las emisiones de GEI tuvo un ligero declive en el año 2020 con una emisión de 31.5 GtCO<sub>2</sub> a comparación del año 2019 que tuvo una emisión de 32.8 GtCO<sub>2</sub>, por lo cual hubo una reducción del 3.8%.

## Figura 2

*Estimación de emisiones de GEI entre el 2019 y 2021 (GtCO<sub>2</sub>e)*

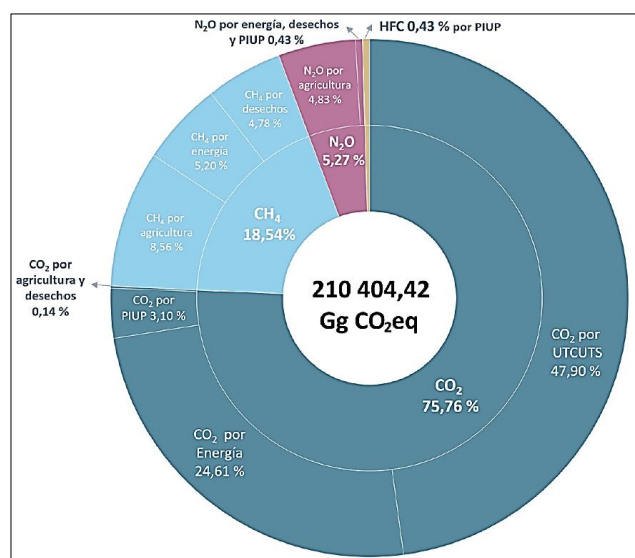


*Nota.* Fuente: Tomado del informe sobre la brecha de emisiones (PNUMA, 2022, p. 8)

En el Perú según se observa en la figura 3, en base a lo que se detalla en el Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000-2019, Ministerio del Ambiente (2023) menciona lo siguiente: las emisiones netas de GEI en el Perú en el año 2019 fueron de 210 404,42 Gg CO<sub>2</sub>eq, distribuidos por GEI según se observa en la figura 3.

**Figura 3**

*Distribución de emisiones netas de GEI del 2019 en el Perú*



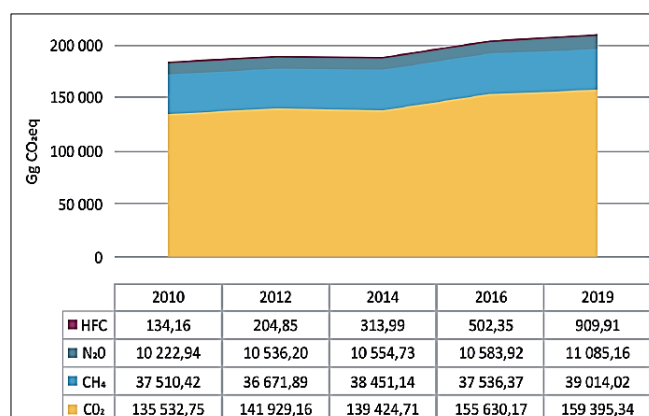
*Nota.* Fuente: Tomado de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000-2019 (MINAM, 2023, p. 24)

Así mismo la tendencia de emisiones de GEI en el Perú entre el 2010 y 2019, se indica que la principal emisión viene a ser el CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono) que muestra un crecimiento de 17.6% causado por las emisiones debido al cambio de uso de tierras forestales y la quema de combustibles en el transporte. El CH<sub>4</sub> (Metano) presenta un crecimiento de 4.0 % causado por la eliminación de residuos sólidos y actividades de petróleo y gas natural. El N<sub>2</sub>O (Óxido Nitroso) aportó un 5.4% de emisiones como consecuencia de emisiones directas de N<sub>2</sub>O en el sector agricultura, quema de combustibles y por el tratamiento de aguas residuales domésticas. Finalmente, los HFC (Hidrofluorocarburos) aportaron el 0.2% de las emisiones en el periodo analizado a causa del incremento en el uso de la refrigeración y aire acondicionado con un crecimiento porcentual del 578.2%. (MINAM, 2023)



## Figura 4

*Tendencia de emisiones netas por gas de efecto invernadero (GEI) en el Perú*

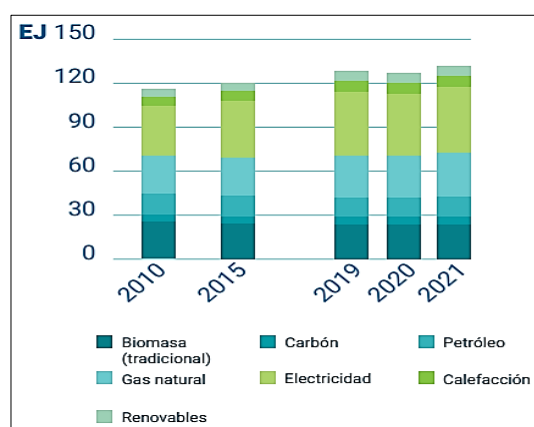


*Nota.* Fuente: Tomado de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000-2019 (MINAM, 2023, p. 33)

El sector construcción a nivel mundial específicamente en edificaciones en el año 2021 tuvo un incremento respecto al 2020 (ver figura 5), así mismo es responsable del 34% del consumo de energía del consumo total con respecto a otros, como se puede apreciar la figura 6.

## Figura 5

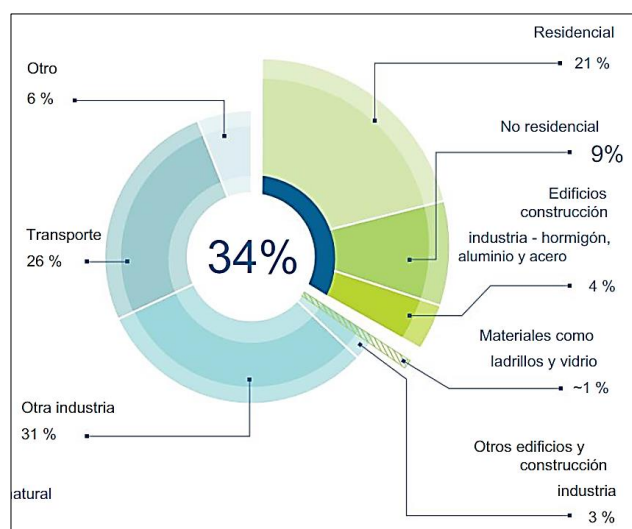
*Consumo de energía en el sector construcción en edificaciones, 2010 – 2021*



*Nota:* Fuente: Tomado de Informe sobre la situación mundial de la edificación y la construcción 2022 (PNUMA, 2022, p. 41)

## Figura 6

### Participación del consumo de energía en el sector construcción 2021

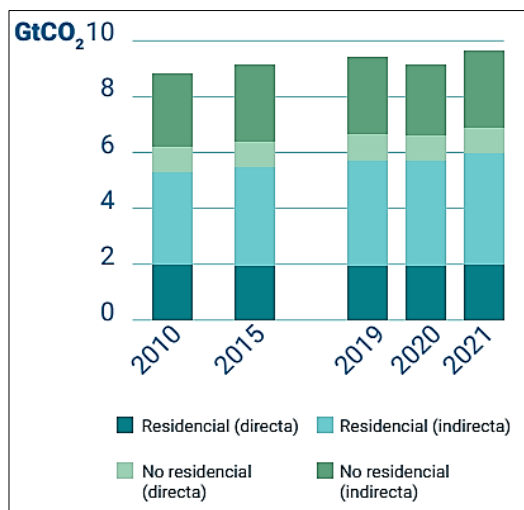


*Nota.* Fuente: Tomado de Informe sobre la situación mundial de la edificación y la construcción 2022 (PNUMA, 2022, p. 41)

En la industria de la construcción de edificaciones y otras industrias de construcción, se presentó un crecimiento de un 5% en el año 2021 a comparación del 2020 como se puede observar en la figura 7, de la misma forma es responsable del 37% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub> a comparación de otros sectores o industrias (ver figura 8).

### Figura 7

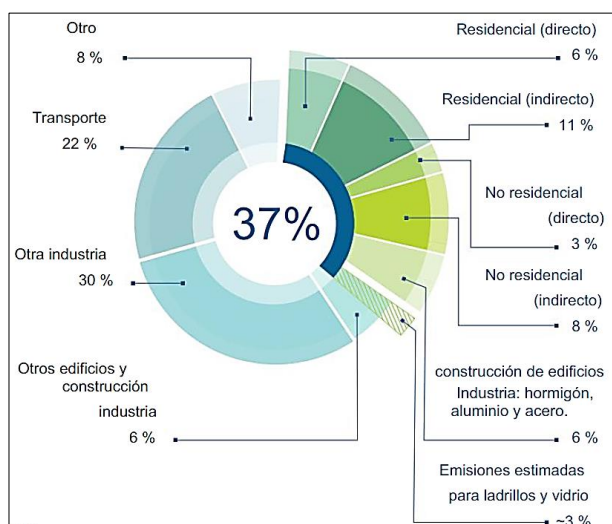
*Emisiones de CO2 en la industria de la construcción de edificaciones, 2010-2021*



*Nota.* Fuente: Tomado de Informe sobre la situación mundial de la edificación y la construcción 2022 (PNUMA, 2022, p. 42)

### Figura 8

*Incidencia de participación en emisiones de CO2 del sector construcción 2021*



*Nota.* Fuente: Tomado de Informe sobre la situación mundial de la edificación y la construcción 2022 (PNUMA, 2022, p. 42)

A nivel de sectores, el sector con mayor emisión de GEI en el periodo del 2019 es el sector que realiza cambios de uso de la tierra, silvicultura y otros usos

de la tierra con 47.9%, energía con 30.1%, agricultura con 13.5%, desechos con 5% y procesos industriales y uso de productos con 3.6%. (MINAM, 2023)

La construcción está incluida dentro de los sectores de UTCUTS, sector energía, desechos y procesos industriales y uso de productos. La importancia del sector construcción en el Perú, según Lecca Díaz y Prado Canahuire (2019) es uno de los sectores que influye en el desarrollo económico del país con un 5.6% de índice de producción anual, de igual manera genera un alto impacto en el medio ambiente desde el consumo de los recursos naturales (materia prima, energía y agua) por ende genera una gran producción de residuos y gases de efecto invernadero.

En el Perú, la construcción informal y el uso irrazonable de materiales de construcción son uno de los principales factores que causan impacto ambiental. Las viviendas de autoconstrucción son una forma de construcción inapropiada ya que implica procedimientos de construcción inadecuados, lo que resulta en un mayor consumo de agua y energía. Este modelo suele ser construido por maestros de obra que no están debidamente capacitados en gestión de recursos. Además, se estima que sólo entre el 30% y el 40% de las edificaciones son resultado de procesos constructivos formales, mientras que el resto tiene la autoconstrucción que conlleva una serie de consecuencias negativas para la salud de las familias, el medio ambiente y la economía. Según datos oficiales del MVCS, la industria de la construcción es responsable del 40% de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el 30% del consumo de materias primas, el 20% del consumo de agua y el 30% de la generación de residuos, y es un componente importante de la ocupación del suelo. Ante estas devastadoras estadísticas, la industria de la

construcción debe implementar programas de mejora ambiental para mitigar su probable impacto. (Lecca y Prado, 2019)

Por otro lado, según el Balance Nacional de Energía 2021, Ministerio de Energía y Minas (2023) menciona que dentro del sector construcción en el Perú, los sectores Residencial, Comercial y Público en el ámbito de consumo de energía es uno de los sectores que representa un consumo de 245 640.3 TJ, equivalente al 26.5% del consumo final en el año 2021, de la misma forma presenta un incremento con respecto al año 2020. (Ver figura 9)

### Figura 9

#### *Consumo de energía por sectores en el Perú*

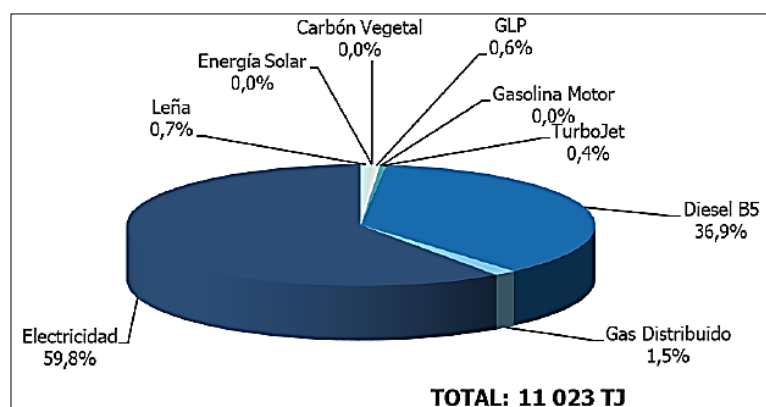
| SECTOR   | 2020             |              | 2021             |              | VARIACIÓN    |
|--|------------------|--------------|------------------|--------------|--------------|
|  | Cantidad         | Part.        | Cantidad         | Part.        |              |
| <b>BUNKER – COMBUSTIBLES VENDIDOS EN NAVES MARÍTIMAS Y AÉREAS EN VIAJE INTERNACIONAL</b> |                  |              |                  |              |              |
| Transporte (bunker)  | 20 844,4         | 2,7%         | 24 382,7         | 2,6%         | 17,0%        |
| <b>Subtotal</b>  | <b>20 844,4</b>  | <b>2,7%</b>  | <b>24 382,7</b>  | <b>2,6%</b>  | <b>17,0%</b> |
| <b>CONSUMO FINAL</b>   |                  |              |                  |              |              |
| Transporte (nacional)  | 295 575,8        | 38,5%        | 385 434,5        | 41,6%        | 30,4%        |
| Residencial, Comercial y Público   | 227 304,1        | 29,6%        | 245 640,3        | 26,5%        | 8,1%         |
| Industria y Minería  | 207 187,8        | 27,0%        | 244 265,3        | 26,4%        | 17,9%        |
| Agropecuaria y Pesca   | 10 147,6         | 1,3%         | 16 064,7         | 1,7%         | 58,3%        |
| No Energético  | 7 552,6          | 1,0%         | 9 701,7          | 1,1%         | 28,5%        |
| <b>Subtotal</b>  | <b>747 767,5</b> | <b>97,3%</b> | <b>901 106,5</b> | <b>97,4%</b> | <b>20,5%</b> |
| <b>TOTAL</b>   | <b>768 611,9</b> |              | <b>925 489,1</b> |              | <b>20,4</b>  |

*Nota.* Fuente: Tomado de Balance Nacional de Energía 2021(MINEM, 2023, p. 62)

Así mismo “En el año 2021, el consumo de energía en el sector público fue de 11 023 TJ, siendo los energéticos más consumidos, la electricidad y el Diesel B5, en 59,8% y 36,9%” (MINEM, 2023, p. 70).

**Figura 10**

*Participación de fuentes de energía en el consumo final del sector público*



*Nota.* Fuente: Tomado de Balance Nacional de Energía 2021(MINEM, 2023, p. 70)

A nivel hídrico, como se puede observar en la figura 11 la disponibilidad hídrica a nivel nacional en comparación de los años 2014 y 2019 presenta una disminución de 0.02% en la vertiente del pacifico, incremento de 1.84% en la vertiente del atlántico y una disminución de 0.39% en la vertiente del Titicaca. (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2022)

**Figura 11**

*Disponibilidad hídrica a nivel nacional según vertiente en HM3*

| Vertiente    | 2012             |               |                  |                | 2014             |               |                  |                | 2019             |               |                  |                |
|--------------|------------------|---------------|------------------|----------------|------------------|---------------|------------------|----------------|------------------|---------------|------------------|----------------|
|              | Total            | % Superficial | Subterránea      |                | Total            | % Superficial | Subterránea      |                | Total            | % Superficial | Subterránea      |                |
| <b>Total</b> | <b>2 482 351</b> | <b>100,0</b>  | <b>1 935 621</b> | <b>546 730</b> | <b>2 438 353</b> | <b>100,0</b>  | <b>1 891 623</b> | <b>546 730</b> | <b>2 482 319</b> | <b>100,0</b>  | <b>1 935 589</b> | <b>546 730</b> |
| Pacífico     | 37 260           | 1,5           | 34 136           | 3 124          | 37 262           | 1,5           | 34 138           | 3 124          | 37 256           | 1,5           | 34 132           | 3 124          |
| Atlántico    | 2 438 218        | 98,2          | 1 895 226        | 542 992        | 2 394 218        | 98,2          | 1 851 226        | 542 992        | 2 438 217        | 98,2          | 1 895 225        | 542 992        |
| Titicaca     | 6 873            | 0,3           | 6 259            | 614            | 6 873            | 0,3           | 6 259            | 614            | 6 846            | 0,3           | 6 232            | 614            |

Nota: Las aguas continentales en Perú se distribuyen en tres vertientes o cuencas hidrográficas.  
Hm<sup>3</sup> = 1 millón de metros cúbicos.

*Nota.* Fuente: Tomado de Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2022 (INEI, 2022, p. 341)

En base a los datos estadísticos alarmantes detallados líneas arriba y que en el transcurrir del tiempo se viene incrementando de forma progresiva, en los

diferentes sectores de producción a nivel mundial y nacional es de necesidad implementar soluciones ya definidas como son los Objetos de Desarrollo Sostenible aprobada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que fomenta a través de sus 17 objetivos el crecimiento económico, la protección social, combatir el cambio climático y la protección del medio ambiente.

Como parte del cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible, enfatizados en el sector construcción a nivel Residencial, Comercial y Público, puesto que debido al crecimiento constante de la población surge un incremento en la demanda energética e hídrica y ello conlleva al compromiso de mitigar las emisiones de GEI, es por ello que a nivel internacional los países están actuando con la implantación del concepto de Sostenibilidad en la Construcción y/o Construcción Sostenible el cual está ligada a la optimización de la energía, del agua, materiales en la construcción, gestión de los residuos, etc.

En el Perú, existen instituciones sin fines de lucro como Perú Green Building Council (Consejo Peruano de Construcción Sostenible, Perú GBC) una organización que viene promoviendo la Construcción Sostenible a través del diseño, construcción y operación de los Edificios Sostenibles y que busca la reducción de las emisiones de carbono en las edificaciones. Así mismo los edificios sostenibles son acreditados por certificaciones ambientales internacionales como son: EDGE, LEED y BREEAM, cuyo objetivo según el tipo de certificación y sus propios criterios es de optimizar los recursos energéticos, recursos hídricos, uso de materiales eficientes, disposición de residuos y otros.

La importancia de la implementación de parámetros sostenibles en una edificación según, Lecca y Prado (2019) indica que “una vivienda sostenible

puede ahorrar el 40% de energía, 30% del consumo de agua y 25% de materiales en comparación a una vivienda convencional. Por esta razón, es importante la implementación de la sostenibilidad en la construcción de viviendas” (p. 6).

En base a las certificaciones otorgadas desde su implantación, la gran mayoría son destinadas a edificaciones de uso comercial y uso de oficinas enfocándose en el factor económico que generan estos tipos de edificaciones, dejando en menor cantidad a edificaciones de uso educativo como colegios, institutos, universidades, etc. así mismo edificaciones de uso residencial. Por otra parte, la ubicación de estas edificaciones se encuentra centralizadas en la capital del país, esto indica que a la actualidad la implantación de la construcción sostenible en las regiones del País es de crecimiento mínimo por la diversidad geográfica y climatológica, de la misma forma por la falta de conocimiento y normas definidas por las entidades encargadas.

El departamento de Pasco ubicado en la sierra central del país, específicamente la provincia de Pasco teniendo como principal factor el clima frígido que presenta, es de necesidad e importancia la aplicación y/o implementación de parámetros sostenibles según los criterios sostenibles de una de las certificaciones que se alinean a nuestra realidad de una sociedad emergente como es la Certificación EDGE y aplicarlos en la construcción de las edificaciones nuevas o las mejoras en una edificación existente, para lograr una eficiencia energética, hídrica, optimización en el uso de materiales, mejorar la calidad de vida de los beneficiarios directos e indirectos y aportar en la reducción en la emisión de los gases de efecto invernadero a nivel departamental, nacional y mundial.



## **1.2. Delimitación de la investigación**

En nuestro caso la investigación presenta la delimitación espacial, poblacional y conceptual.

### **1.2.1. Delimitación espacial**

El presente trabajo de investigación se desarrolla en el edificio de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), distrito de Yanacancha, Provincia de Pasco y Departamento de Pasco.

### **1.2.2. Delimitación poblacional**

El estudio presenta la evaluación de la edificación existente de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Pasco.

### **1.2.3. Delimitación temática**

La investigación consiste en evaluar el diseño primario y su funcionalidad actual del edificio de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la UNDAC, en base a criterios sostenibles brindados por el sistema de certificación EDGE y realizar modificaciones a los sistemas existente de las instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y materiales de construcción con el objeto de optimizar los recursos energéticos, hídricos y lograr transiciones cercanas a la certificación EDGE, en porcentajes cercanos al 20% en los servicios principales y materiales de mayor incidencia utilizados y lograr la aproximación a una Edificación Sostenible.

#### **1.2.4. Línea de investigación**

La línea de investigación determinada por la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión del presente estudio está orientado a la gestión eficiente de la construcción o sistema de constructivos eficientes, con una sub línea de investigación denominada Diseño de vivienda con material sustituto

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema General**

¿De qué manera influye el desarrollo de criterios sostenibles a nivel de certificación EDGE en una Edificación existente respecto a su diseño tradicional para la aproximación hacia una Edificación Sostenible, Región Pasco, 2023?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿En qué medida contribuye la implementación efectiva del recurso hídrico a la aproximación de una Edificación Sostenible?
- ¿En qué medida contribuye la implementación efectiva del recurso energético a la aproximación de una Edificación Sostenible?
- ¿De qué forma la propuesta de uso de materiales de construcción con menor energía incorporada contribuye a la aproximación de una Edificación Sostenible?
- ¿En qué medida se contribuye a la mejora ambiental por la implementación de criterios sostenibles de Certificación EDGE determinados al caso de la Edificación Existente?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Desarrollar los criterios de certificación EDGE en una edificación existente con el fin de determinar su influencia respecto a su diseño tradicional para la aproximación hacia una Edificación Sostenible, Región Pasco, 2023.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar en qué medida contribuye la implementación efectiva del recurso hídrico para lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.
- Determinar en qué medida contribuye la implementación efectiva del recurso energético para lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.
- Realizar la propuesta de empleo de materiales de construcción con menor energía incorporada para lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.
- Determinar el beneficio ambiental al implementar los criterios sostenibles de Certificación EDGE determinados al caso de la Edificación Existente.

## **1.5. Justificación de la investigación**

El presente trabajo se basa a través de distintos ámbitos en el que se consideran factores de estudio:

### **1.5.1. Justificación teórica**

La certificación EDGE es un sistema de certificación internacional aplicada para construcciones nuevas y para la mejora de construcciones existentes, cuyo objetivo es proponer una disminución en la cantidad de recursos

utilizados mediante una escala comparativa que toma como base estándares locales.

### **1.5.2. Justificación practica**

La presente investigación evalúa y analiza los criterios sostenibles a nivel de la certificación EDGE (Excelencia en el Diseño para Mayores eficiencias) que procura lograr un desarrollo sostenible en su vida útil, para ello será necesario realizar una evaluación del estado actual de la infraestructura y utilizando el software EDGE, se logre demostrar la mejora de la eficiencia de los recursos y la mejora del ambiente en su entorno.

### **1.5.3. Justificación social**

Ya que en algunas partes del Perú ya se está aplicando e implementado la sostenibilidad en las edificaciones, no debemos de dejar de lado el departamento de Pasco, específicamente la provincia de Pasco, presentando como una iniciativa su aplicación a futuros proyectos constructivos así mismo mejorar edificios ya existentes aplicando los criterios sostenibles brindados por el sistema de Certificación EDGE y de esa forma mejorar la eficiencia de los sistemas de la edificación y la calidad de vida a los beneficiarios directos e indirectos.

### **1.5.4. Justificación ambiental**

Al presentar una propuesta de implementación de criterios sostenibles de la certificación EDGE a la facultad de Derecho, buscamos disminuir en parte el consumo de agua, energía eléctrica y posibles propuestas de utilización de materiales, con el fin de disminuir en un ahorro de 20 % de la edificación sin la implementación del EGDE como forma de considerar una edificación sostenible,

de la misma forma contribuir de manera positiva la disminución de la contaminación del medio ambiente a nivel mundial.

#### **1.5.5. Justificación económica**

Si se llega a implementar los criterios sostenibles según las condiciones de la edificación existente, podríamos generar una disminución en su consumo en el recurso energético y recurso hídrico, en efecto generar el ahorro el cual se verá reflejado en la etapa de operación de la edificación.

### **1.6. Limitaciones de la investigación**

#### **1.6.1. Limitación de información**

En el desarrollo de la investigación se presentaron limitaciones diversas como desconocimiento del tema de investigación a nivel local, profesionales que desconocen el tema, no se tiene a la fecha estudios similares en la zona y la línea de investigación no identificada el esquema de trabajo; a continuación, distingo las limitaciones encontradas en detalle:

- La aplicación del tema de investigación es nueva en la zona, no se tiene un dato preciso y exacto sobre la aplicación de los parámetros de la certificación EDGE, por tanto, es un limitante muy potente para el estudio
- No se conocen profesionales de la zona que conozcan el tema de estudio, estos hechos generaron que la investigación sufre cambios orientados a la información que se tiene, tal es el caso que en los antecedentes no se tiene un alcance de ejecución anterior de aplicación del tema.
- En la zona de estudio no se tiene experiencias de aplicación de los parámetros de la certificación EDGE.

- No se tiene identificado la línea de investigación por parte de los evaluadores, por lo que la investigación logra mayor interés en su desarrollo.

### **1.6.2. Limitaciones de tiempo**

Los puntos indicados líneas arriba generaron que el tiempo de planificación varie en contra de la investigación, el cual fue superado con alcances de la búsqueda bibliográfica de mayor relevancia.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. A nivel internacional**

**Rivera y Toapanta (2021)**, en su trabajo intitulado “*Plan de proyecto de certificación EDGE en los diseños y construcciones de entidades financieras, para la empresa JASSATELECOM*” [Tesis de pregrado] Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil – Ecuador. El objetivo es Elaborar un manual de buenas prácticas de construcción sostenible a partir de los lineamientos y especificaciones propuestos, para lograr la certificación EDGE en diseños y construcciones de entidades financieras de la empresa JASSATELECOM. La metodología utilizada en el presente trabajo de investigación la primera fase de la ejecución de este proyecto se realizó un análisis de los diferentes niveles de certificación EDGE, para determinar cuál es el idóneo para su aplicación en los proyectos de diseño y construcción de entidades financieras. El resultado

obtenido a través de la evaluación actual del edificio se adquirió de las diversas certificaciones sostenibles que existen a nivel mundial, en Ecuador se han venido aplicando las certificaciones LEED y EDGE, en donde, esta última ha alcanzado una importancia significativa en la industria de la construcción nacional, llegando a certificar 32 proyectos desde su aplicación en Ecuador en el año 2016. De los diferentes niveles de certificación que otorga EDGE, Ecuador cuenta con 26 proyectos con nivel EDGE Certified y únicamente 6 proyectos con nivel EDGE Advanced. En el mundo solo 3 proyectos han alcanzado la certificación EDGE Zero Carbon.

**Muñoz Ariza (2020)**, en su trabajo intitulado “*Construcción sostenible en Colombia: Aproximaciones, indicadores, y aplicación al caso de estudio del Centro Cívico de la Universidad de Los Andes*” [Tesis de pregrado] Universidad de los Andes – Colombia; se encontró que la sostenibilidad ha tenido diversas connotaciones a lo largo de la historia, y se concluyó que esta trata de buscar un balance entre las actividades, intereses y objetivos de la economía, la sociedad y el medio ambiente, que conlleve a un pleno desarrollo de cada uno de estos componentes. Además, la aproximación al diseño sostenible escogida fue la aproximación de Attman, ya que fue la que mejor reflejó la definición de sostenibilidad concluida previamente. Se evaluaron en cuanto a completitud y pertinencia en el contexto colombiano La guía colombiana de construcción sostenible, el índice de sostenibilidad de Ding, la certificación HQE, el estándar EDGE, el Living Building Challenge, el estándar WELL, y la certificación LEED. Los resultados arrojaron que las certificaciones LEED, Living Building Challenge y HQE son las más completas, y de estas, la certificación LEED es la más pertinente en el contexto colombiano. Después, se usó la aproximación



adoptada del diseño sostenible para evaluar el Centro Cívico. Los resultados obtenidos permitieron concluir que el Centro Cívico es un proyecto con un acercamiento a la sostenibilidad en edificios. Por último, los desafíos de la aplicación de la construcción sostenible en Colombia que se encontraron fueron entre otros: la pobre aplicación del Análisis del Ciclo de Vida como herramienta en la industria de la construcción, la lenta transición de una industria tradicional a una industria sostenible y la complejidad del manejo de los diferentes atributos de diseño.

**Lugo Díaz (2021)**, en su trabajo intitulado *“Parámetros de construcción de vivienda sostenible en Bogotá y mitos vs realidades en proyectos sostenibles”* [Tesis de grado] Universidad Católica de Colombia, Bogotá – Colombia. Esta investigación tuvo como objetivo principal establecer los parámetros para construcciones que quieran certificarse como construcción de vivienda sostenible en Bogotá, evidenciando las verdades que hay detrás de los mitos de la construcción sostenible. Para realizar la presente investigación se empleó la técnica de recolección de datos “encuesta”, las cuales fueron dirigidas a profesionales del sector construcción, además se recopiló información relacionada sobre construcción de vivienda para cada una de las certificaciones implementadas en Bogotá. La finalidad de la tesis es generar parámetros que sirvan a los constructores que deseen certificarse en la rama de la construcción sostenible, y brindar recomendaciones para que puedan obtener certificación verde. Los autores llegaron a concluir que las construcciones sostenibles esencialmente mejoran el diseño convencional, las prácticas y estándares de construcción para que los edificios que construimos hoy duren más, sean más eficientes, funcionen mejor, aumenten la productividad y contribuyan a entornos

de vida y trabajo saludable. Otra conclusión relevante es que los materiales empleados en la construcción sostenible y los trabajos necesarios para lograrlo en el inicio del proyecto son un “sobrecosto”, pero hay que tener en cuenta que, a futuro cuando el edificio se pone en marcha reduce los costos energéticos, mejora la calidad de vida ambiental siendo un costo agregado para las personas que en él habitan.

### **2.1.2. A nivel nacional**

**Camones y Gomez (2022)**, en su trabajo intitulado *“Análisis de la construcción sostenible a nivel de certificación EDGE para la mitigación del impacto ambiental en una edificación multifamiliar en San Borja”* [Tesis de pregrado] Universidad Ricardo Palma. “La presente investigación tiene como objetivo analizar una edificación sostenible basado en los parámetros establecidos según la certificación EDGE con la finalidad de determinar el impacto ambiental que puede generar una construcción tradicional y así poder reducir la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>. El objetivo fue alcanzado mediante la implementación de propuestas de sostenibilidad con el fin de optimizar el consumo del recurso hídrico y energético, así como en los materiales empleados en el proceso de ejecución del edificio multifamiliar “La Pradera” que generen menor cantidad de energía incorporada en la etapa de producción. La metodología utilizada fue hacer el cálculo del consumo hídrico y energético del edificio multifamiliar “La Pradera” en condiciones inicial y condiciones ideales, al aplicar las propuestas de sostenibilidad. Posterior a ello, se calculó la cantidad de emisiones de dióxido de carbono que genera una edificación tradicional y una edificación sostenible. Se tomó en consideración las propuestas para la ejecución del proyecto con el fin de alcanzar los hitos establecidos en la certificación EDGE para una edificación

sostenible, los cuales son, como mínimo, la reducción en el consumo del recurso energético e hídrico de 20%. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: en el caso del consumo hídrico se presentaron dos escenarios, para el primer escenario se obtuvo una reducción en el consumo de agua de 30.09% y para el segundo se generó una reducción de 32.66%. Respecto al consumo energético, de la misma manera, se presentaron dos escenarios y se obtuvo una reducción de 30.63% y 36.83% respectivamente. En la energía incorporada de los materiales se presenta un ahorro de 31.8%. Las conclusiones a las que se llega es que debido a las propuestas de sostenibilidad se obtuvo una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero en un 157.91 KgCO<sub>2</sub> y 171.4 KgCO<sub>2</sub> respectivamente para el recurso hídrico, 10,064.55 KgCO<sub>2</sub> y 12,101.73 KgCO<sub>2</sub> respectivamente para el recurso energético y 108.29 KgCO<sub>2</sub> para los materiales”.

**Asalde y Chávez (2020)**, en su trabajo intitulado “*Comparación de presupuestos entre edificaciones tradicionales y edificaciones sostenibles con certificación EDGE*” [Tesis de pregrado] Universidad Ricardo Palma. “La presente investigación tiene como objetivo diseñar un edificio sostenible con el fin de realizar una comparación de presupuestos frente a su diseño tradicional. El objetivo fue alcanzado mediante la modificación del diseño inicial del edificio multifamiliar “Parque Castilla” a uno sostenible a través del uso de los parámetros de la certificación EDGE. La metodología fue elaborar un análisis de presupuestos de cada caso y se evaluó la rentabilidad. Se modificó el diseño base del edificio Multifamiliar “Parque Castilla” a nivel de las instalaciones eléctricas, sanitarias y equipamiento para optimizar los recursos energéticos e hídricos y algunos materiales como la tabiquería para alcanzar los hitos establecidos en la certificación EDGE para edificios sostenibles, los cuales son: Reducción en

energía de 20%, reducción en agua de 20% y reducción en energía incorporada a los materiales de 20%. Gracias a las medidas implementadas se logró reducir el consumo de agua en un 50.80%, el consumo energético en un 22.82% y la energía incorporada en los materiales en un 54.93%. Los resultados obtenidos fueron las medidas adoptadas para el ahorro del recurso hídrico significaron un incremento del 4.33% con respecto al costo de las partidas de instalaciones sanitarias del proyecto base, en el ahorro de recurso energético significaron un incremento del 3.59% con respecto al costo de las partidas de instalaciones eléctricas del proyecto base y un incremento de S/ 1,190.24 soles en el presupuesto de ejecución de la propuesta sostenible con respecto al presupuesto del diseño base. Por otro lado, la conclusión a la que se llega es el tiempo de retorno de la inversión generado por el incremento de costos en la implementación de medidas de eficiencia es de 2 años para el recurso hídrico y 1 año para el recurso energético. Y finalmente, las medidas de eficiencia impactaron favorablemente en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en un 220.64 KgCO<sub>2</sub>eq para el recurso hídrico y 50,371.58 KgCO<sub>2</sub>eq para el recurso energético”.

**Albújar Cabrera et al. (2019)**, en su trabajo intitulado “*Análisis Costo – Beneficio en edificaciones sostenibles con certificación EDGE, respecto a una edificación tradicional: Caso de estudio Edificio Multifamiliar en el distrito de San Borja – Lima*” [Tesis de maestría] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. “La presente investigación tiene como objetivo analizar los costos y beneficios que se generan en edificaciones sostenibles con certificación EDGE respecto a una edificación tradicional, defínase como edificación tradicional a toda aquella que no cuente con ningún tipo de certificación sostenible. La metodología fue tener que realizar el correcto análisis de costos y beneficios del caso de estudio, se analizó el

impacto de la implementación de los requerimientos para la certificación en los costos, y con respecto a los beneficios se evaluó la influencia de estos en el incremento de rentabilidad y el valor agregado al proyecto que este pudo generar. Los resultados obtenidos fueron el costo de construcción, siguiendo los criterios de certificación EDGE aumenta en un 29.2% con respecto al sistema tradicional, pero en ventas este se recupera, obteniendo un incremento de 29.4%, lo cual permite tener un margen de ganancia de S/. 1,883,064 sobre la utilidad de la edificación Tradicional. Se concluye que, efectivamente a pesar de que una construcción con certificación EDGE incrementa los costos del proyecto en un porcentaje mínimo, los resultados obtenidos en relación al incremento del área vendible del proyecto representan una mayor rentabilidad, además generan valor agregado al usuario a lo largo de la etapa operativa del proyecto”.

**Lecca y Prado (2019)**, en su trabajo intitulado *“Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: edificio en el distrito de Santa Anita – Lima”* [Tesis de pregrado] Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. La presente investigación consiste en “Proponer criterios de sostenibilidad a nivel de certificación EDGE, enfocado en el uso racional de los materiales, consumo eficiente de energía y agua. Estos criterios se aplicaron a una edificación tradicional (Caso: Edificio multifamiliar sostenible – Santa Anita) a nivel de proyecto, para mostrar los beneficios ambientales y económicos durante su vida útil (etapa de construcción, operación y mantenimiento). Se logró obtener un ahorro de 35.96% de ahorro en energía y un 31.92% de ahorro en agua. Los usuarios de una edificación sostenible tendrán ahorros económicos que se mostrarán en sus recibos

de agua y luz mensualmente. Asimismo, se plantean incorporar materiales que consumen menor energía en su fabricación. Se obtuvo que el ahorro de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante el año de uso es de 1.47 t por la vivienda multifamiliar. Proyectando su aplicación a la inmensa cantidad de viviendas necesarias en la ciudad, tendremos un ahorro significativo en la contaminación ambiental”.

### **2.1.3. A nivel local**

**Ramon Espinoza, J.R. (2022)**, en su trabajo intitulado *“Estudio del conocimiento de ética ecológica en los pobladores para promover el desarrollo sostenible – Pasco – 2021”* [Tesis de pregrado] Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. La presente investigación tiene como objeto “Determinar el conocimiento de ética ecológica en los pobladores en estudio”. La investigación es de enfoque cuantitativo, nivel correlacional y el diseño no experimental de corte transversal. La técnica fue la encuesta, el instrumento el cuestionario. Los resultados fueron que existe correlación entre el conocimiento de ética ecológica y desarrollo sostenible alcanzando un coeficiente de correlación Rho de 0.704. Conclusión: La propuesta de desarrollo sostenible, en el conocimiento de ética ecológica, crea en la población de estudio y a las generaciones futuras el promover el cuidado del medio ambiente.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Sostenibilidad: Origen y desarrollo**

#### **2.2.1.1. Origen de la sostenibilidad**

Según Albújar et al. (2019), indica que “El origen de la definición del concepto de sostenibilidad surge de la preocupación por los efectos de

la contaminación ambiental en la degradación del medio ambiente” (pág. 4).

En el año de 1987, la comisión mundial de medio ambiente y desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en base a los estudios de examinar temas críticos de desarrollo económico y medio ambiente y formular propuestas realistas, presenta el informe “Nuestro futuro común”, también denominado como “Informe de Brundtland”, en este informe se origina el concepto de sostenibilidad a su vez gana reconocimiento a nivel internacional, por lo que menciona entre sus líneas, según ONU (1987, como se citó en Zarta, 2018) detalla lo siguiente: “[...] está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” (p.29). En base a este concepto en el transcurso del tiempo hasta la actualidad surgieron conceptos más integradores, pero con el mismo objetivo, las cuales se detallarán en los párrafos siguientes.

Para la Real Academia Española (RAE), la definición actual de sostenibilidad es tener la capacidad de persistir durante un período de tiempo sin agotar los recursos ni dañar gravemente el medio ambiente. Creemos que las actividades económicas que satisfacen nuestras necesidades cumplan con no agotar los recursos ni perjudican nuestro medio ambiente, de esta forma se logrará contribuir para detener el estado insostenible en el que se encuentra actualmente nuestra sociedad y nuestro planeta (Albújar et al., 2019).

### **2.2.1.2. Desarrollo sostenible**

El término “sostenibilidad” y “sustentabilidad” presentan una confusión entre sí lo que conlleva que también exista discrepancia entre los conceptos de “desarrollo sostenible” y “desarrollo sustentable”, según Zarta (2018) indica que:

La única diferencia que existe entre desarrollo sostenible y desarrollo sustentable es la traducción al español que se le hizo al término inglés, que, en el caso mexicano, se tradujo como desarrollo sostenible y en otros países de habla hispana, como desarrollo sustentable. (pág. 417)

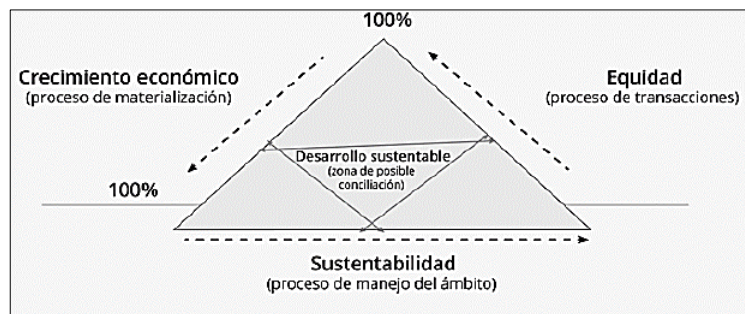
El término en inglés a lo que es referido viene a ser el término “sustainable development” usado en el Informe Brundtland en el año 1987 por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de la ONU. Por lo cual el uso de los términos de sostenibilidad y sustentabilidad dependerán de los intereses propios de quien los presente, hoy en día a nivel universal el término sostenible es más aceptado.

En 1990, el economista Peter Nijkamp anunció su libro denominado “Regional sustainable development and natural resources use” traducido como "Desarrollo Regional Sostenible y el Uso de Recursos Naturales" en la Reunión Anual sobre Desarrollo Económico del Banco Mundial, que resumía el desarrollo sostenible a través de un símbolo gráfico, llamado triángulo de Nijkamp (Figura 12), que representa la relación entre crecimiento económico, equidad social y sostenibilidad ambiental, conduciendo al desarrollo sostenible (Zarta, 2018).



## Figura 12

### *Triangulo de Nijkamp*



*Nota.* Fuente: Tomado de (Zarta, 2018, p. 415)

Según la figura 12 se puede considerar que el desarrollo sostenible presente tres pilares y/o ejes: ambiental, social y económico, los cuales tienen que desarrollarse mutuamente para lograr un desarrollo sostenible por consiguiente se logrará una eficiencia económica, la conservación del medio ambiente y la equidad social.

Así mismo, Lecca & Prado (2019) menciona que: La conexión y/o integración de los distintos pilares del desarrollo sostenible es muy importante que logren llegar a un equilibrio sostenible. Si ocurre lo contrario y de centrarse únicamente en los beneficios económicos conducirá a un mayor consumo de recursos naturales y a una mayor contaminación ambiental. Si se centra basándose únicamente en la equidad social, se generará una gran cantidad de inversión económica, lo que conducirá a una reducción del nivel de vida, de manera similar, aumentará la demanda de espacio geográfico por parte de la población lo que conducirá a una reducción de los recursos naturales. Finalmente, si este enfoque sólo se basa en el medio ambiente, se generará una gran cantidad de inversión económica, no habrá desarrollo económico en la

sociedad, al no generarse ingresos, de igual manera la supervivencia de la sociedad se verá afectada si no se consumen los productos que brinda nuestra naturaleza.

### **2.2.1.3. La sostenibilidad en la actualidad**

La sostenibilidad contemporánea se basa en la idea de que la sostenibilidad significa valores que deberían ser esenciales en el comportamiento humano, como ser capaz de absorber la finitud de los recursos y satisfacer estas necesidades actuales frente a las necesidades humanas diversas e ilimitadas. Para que el desarrollo no perjudique a las generaciones futuras, significa renovar el enfoque en la necesidad de cambiar la mentalidad humana, basado en una revolución cultural en la educación y en los valores arraigados en la sociedad (Zarta, 2018).

Los países en vías de desarrollo, a la actualidad están sufriendo cambios debido a un factor muy principal que es el crecimiento demográfico, el cual se va incrementando en el pasar del tiempo y a un ritmo creciente, por esta razón el consumo de esta población crece y genera una demanda mayor de bienes que la mayoría proviene de los recursos naturales del planeta.

Según Vallaey (2008, como se citó en Lecca y Prado, 2019), la sostenibilidad ya no es una opción, más bien es un deber que forma parte de nuestro papel como ciudadanos globales y de cómo vivir en el mismo planeta con recursos limitados. El mundo tiene un marco ético de tercera generación, es decir un marco ético global que tiene la necesidad de tomar

en cuenta los problemas globales y locales que afectan a la Tierra y a todos sus habitantes humanos y no humanos.

Es preciso indicar que el tiempo juega un papel muy importante en la visión de la sostenibilidad para la actualidad y el futuro, mediante el vínculo de la correlación entre el hombre con el tiempo y la presencia de problemas para las generaciones futuras. En el informe de Brundtland de las Naciones Unidas, nos señala una advertencia de que la generación actual tome conciencia en la administración de los recursos naturales para que de esa manera las generaciones futuras desarrollen un nivel de calidad de vida con iguales o mejores posibilidades en la que estamos nosotros, en pocas palabras se plantea una relación a través del tiempo, relación entre la solidaridad intrageneracional con la solidaridad intergeneracional (Zarta, 2018).

### **2.2.2. Ingeniería y sostenibilidad**

La ingeniería civil a lo largo del tiempo ha cumplido con la parte técnica en los proyectos de infraestructura, sin embargo, los aspectos socio ambientales, económicos y culturales han sido dejadas frecuentemente en el ciclo de vida de un proyecto, a efecto se generan impactos negativos de gran consideración en el medio ambiente y en la sociedad que en muchos casos son irreversibles.

Conociendo el concepto de la sostenibilidad, sus tres pilares y de la importancia de la igualdad en su aplicación de cada uno de los pilares que son: sociedad, medio ambiente y economía, la ingeniería civil cumple un rol muy importante en cada una de las etapas del proyecto desde la concepción, planteamiento, diseño final, ejecución, operación y mantenimiento con el objeto

de brindar y mejorar la calidad de vida de las personas quienes usaran el proyecto, de esa forma reforzar y mejorar la interacción de la construcción con el medio ambiente y la sociedad.

#### **2.2.2.1. Construcción sostenible**

Según, Miranda et al. (2018, como se citó en Camones y Gomez, 2022), la construcción sostenible se considera como un proceso que tiene como objetivo restaurar y mantener el equilibrio entre la construcción y el ambiente natural, así como crear e innovar elementos constructivos que satisfagan las necesidades de la sociedad. El sector de la construcción es responsable del consumo excesivo de agua y energía en las edificaciones debido a los diseños de proyectos que no consideran las condiciones climáticas locales, ni materiales ecoeficientes en su constitución, ni un acondicionamiento pasivo.

Así mismo la construcción sostenible, se conceptualiza como “Práctica de crear o modificar edificaciones y habilitaciones urbanas utilizando procesos eficientes y ambientalmente responsables durante todas las etapas que conforman su ciclo de vida” (Código Técnico de Construcción Sostenible, 2021, pág. 45).

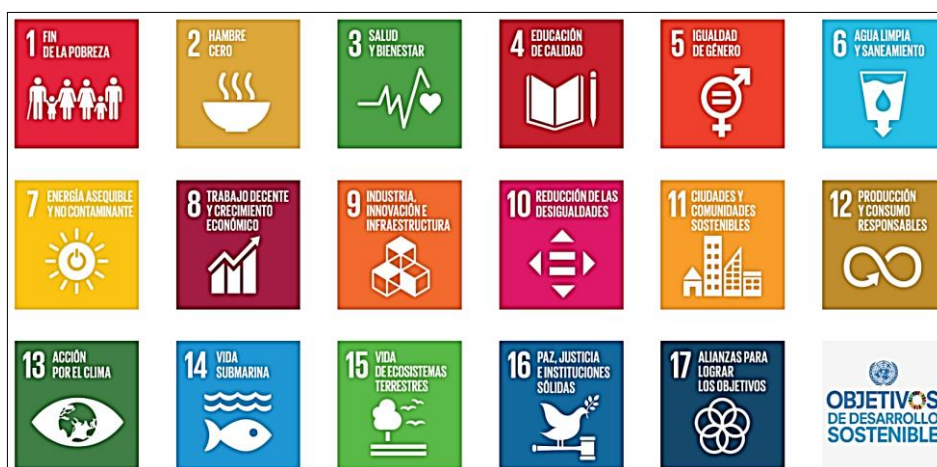
Por lo tanto, el desarrollo de una construcción sostenible se enfoca en un interés especial en el ciclo de vida de un proyecto, utilizando alternativas en el proceso de diseño, construcción y operación para reducir el agotamiento de recursos y crear un entorno saludable dentro de la edificación y en la sociedad (Albújar et al., 2019).

### 2.2.2.2. La construcción sostenible a nivel mundial

En el Congreso de la Asamblea General de las Naciones Unidas realizado en el 2015 sobre la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, se estableció que el desarrollo sostenible se basa en la sinergia de la sostenibilidad económica (crecimiento económico), social (progreso social) y ambiental (protección ambiental), los cuales se desenvuelven en las siguientes áreas de trabajo que son el planeta, las personas, la prosperidad, la paz y las alianzas. Se formularon 17 objetivos para lograr las metas trazadas, con una proyección de 15 años (PNUMA, 2018, como se citó en Asalde & Chávez, 2020).

**Figura 13**

*Objetivos del desarrollo sostenible*



*Nota.* Fuente: Tomado de ONU 2023.

En base a la figura 13, dentro de nuestro campo de la construcción las acciones que se deberán de realizar esta en base al objetivo N°11 “Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles”, según, ONU (2015, como se citó en Asalde y Chávez, 2020) detalla que para alcanzar una parte de este objetivo, se trabajará en el

desarrollo urbano sostenible, que implica disminuir los efectos perjudiciales de las actividades diarias de las personas, la disminución y el reciclaje de desechos y desechos, y el uso eficiente de recursos hídricos y energéticos, agregando a lo anterior todo esto se lleva a cabo en conjunto con el desarrollo social y económico.

### **2.2.2.3. La construcción sostenible en el Perú**

En el Perú la construcción sostenible ya es promovida como una estrategia preventiva y paliativa frente al contexto marcado por los impactos del cambio climático que afectan el desarrollo nacional y el bienestar de los peruanos y a nivel mundial. En el 2014 el MVCS impulso a la formulación de un plan dirigido a la construcción sostenible en el Perú, en efecto se elaboró el informe “Perú Hacia la Construcción Sostenible en Escenarios de Cambio Climático” que tiene como objetivos: el diagnóstico del sector construcción en el Perú y su contribución en el impacto ambiental en contexto al cambio climático; establecer indicadores de comparación en escenarios futuros o proyecciones entre la construcción común o tradicional por otro modelo de construcción; y propuestas de estrategias y acciones para implementar modelo de construcción sostenible y los beneficios a un corto, mediano y largo plazo.

Según, Miranda et al. (2018) afirma lo siguiente: “Contrariamente a lo que se piensa, la construcción sostenible puede generar ahorros significativos respecto a la construcción convencional denominada “material noble”, lo que puede contribuir a generar la demanda y los recursos que garanticen su viabilidad y sostenibilidad futura” (p. 40).

Para realizar cambios y llegar a un desarrollo de construcción sostenible en el Perú, se deberán de regir normas que incentive a su logro, de ahí que a través del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS) se están impulsando normativas en el sector público como es el caso Código Técnico de Construcción Sostenible que es de aplicación voluntaria e incluye parámetros básicos para lograr el ahorro energético, confort térmico según la normativa EM 110 del reglamento nacional de edificaciones, ahorro hídrico y la obtención de energía solar; de la misma forma se proponen incentivos como es Bono Verde del Fondo Mi vivienda que incentiva el acceso a las viviendas verdes. Por otra parte en el sector privado existen organizaciones gubernamentales sin fines de lucro que impulsan el desarrollo sostenible en la construcción, su forma de adaptación y uso es progresivamente en el Perú debido a muchos causales que viene desde el desconocimiento del tema y la falta de compromiso de las entidades.

#### **2.2.2.4. Base de la construcción sostenible**

La base o la esencia de la construcción sostenible, se rige a la combinación de los principios medio ambientales y los recursos existentes, de los cuales según detalla Kibert (1994, como se citó en Albújar et al., 2019) se puede resaltar los siguientes:

1. Selección de materias primas que generan menos residuos y una mínima emisión de gases contaminantes.
2. Uso de recursos reciclables y renovables.
3. Disminución de consumo de la energía.

4. Conservación del medio ambiente.
5. Confort medio ambiental.

### **2.2.3. Sistemas de Certificación sostenible**

Existen sistemas de certificación ambiental con el objeto de acreditar las edificaciones sostenibles. Estos sistemas evalúan la eficiencia de las edificaciones utilizando parámetros sostenibles como la eficiencia en el uso del agua, la eficiencia energética y el uso de materiales sostenibles, a estos se suman otros parámetros dependiendo del tipo de certificación. Estos parámetros se evaluarán tanto durante las fases de diseño como de construcción y operación.

A nivel internacional existen una variedad de certificaciones sostenibles, promovidas por entidades públicas y/o privadas, los cuales dependen del lugar donde se encuentran y la normativa la cual es aplicable, en general se aplica un monitoreo desde la concepción del proyecto, durante la etapa de la construcción y en la etapa de entrega, el cual garantizará el cumplimiento de los parámetros sostenibles que fueron certificados (Romero et al., 2020). Dentro de las principales y más importantes certificaciones a nivel mundial se pueden detallar en la tabla 1.



**Tabla 1***Sistemas de certificación sostenible en el mundo*

| <b>Certificación</b>   | <b>Descripción</b>  |
|--|---|
| LEED (Leadership in Energy and Environmental Design, por sus siglas en inglés) | Es el sistema de certificación más reconocido a nivel internacional para el diseño, construcción y operación de viviendas unifamiliares o multifamiliares, planificación de ciudades y cualquier tipo de obras estatales  |
| SITES  | Es el sistema de certificación más reconocido a nivel internacional enfocada en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de proyectos de paisaje como pueden ser: parques, vialidades y áreas abiertas de desarrollos de distinto índole.   |
| WELL Building Standard   | Es el sistema de certificación más reconocido a nivel internacional para el diseño, construcción y operación de edificios saludables y es respaldada por el International Well Building Institute (IWBI) y aborda las normas para el bienestar y la salud humana más exigentes a nivel internacional para conseguir el mayor porcentaje de optimización de los edificios. |
| Certificación Park smart   | Es el único sistema de certificación del mundo desarrollado para avanzar en la movilidad sustentable a través del diseño, construcción y la operación de la infraestructura de los estacionamientos. Esta certificación aporta una guía para las estructuras de estacionamiento con un impacto positivo al adoptar las mejores prácticas de estacionamiento y transporte. |
| EDGE   | Es una aplicación de software, una norma universal y un sistema de certificación de construcción sustentable a nivel internacional creado por la Corporación Financiera Internacional (IFC) del Banco Mundial para promover la construcción de edificios sustentables en los mercados emergentes.   |
| TRUE Zero Waste  | Programa para que las empresas evalúen el rendimiento en la reducción de residuos y la maximización de la eficiencia de los recursos.   |
| Living Building Challenge  | Sistema de calificación riguroso en las construcciones sustentables, ya que busca que cumpla con diversos requerimientos, entre ellos, el uso de la energía cero, el tratamiento de los residuos  |

*Nota.* Fuente: Tomado de (Romero et al., 2020, pp. 15-16)

**2.2.3.1. Certificación LEED**

El sistema de calificación más reconocido a nivel mundial para edificios sostenibles es LEED por sus siglas en inglés “Leadership In Energy And Environmental Design”, traducido es “Liderazgo en Energía

y Diseño Ambiental”. La certificación LEED ofrece un marco para edificios ecológicos saludables, altamente eficientes y económicos que ofrecen beneficios ambientales, sociales y de gobernanza (USGBC, 2023).

Según, Asalde y Chávez (2020) indica que:

LEED se centra en las siguientes áreas para determinar las sostenibilidades de una construcción: emplazamiento sostenible, eficiencia en el uso del agua, eficiencia energética, energías renovables y emisiones a la atmósfera, materiales y recursos naturales, calidad del aire interior, innovación en el proceso de diseño y prioridad regional. (p. 39)

El sistema de calificación más reconocido a nivel mundial para edificios sostenibles es LEED por sus siglas en inglés “Leadership In Energy

## **1. Sistema de Clasificación de LEED**

Para ser evaluado y calificado por LEED, primeramente, se tendrá que identificar el tipo de proyecto, según las versiones de LEED v4.1 y LEED v4, detallado en USGBC (s.f.), los sistemas de clasificación son los siguientes:

- Diseño y construcción de edificios (BD+C)
- Diseño y construcción de interiores (ID+C)
- Operaciones y mantenimiento de edificios (O+M)
- Desarrollo vecinal (ND)
- Viviendas





- Ciudades

## 2. Niveles de Certificación LEED

LEED en base a una evaluación de cumplimiento de los criterios y/o parámetros establecidos, asigna según la cantidad de puntos alcanzados, esos niveles detallados en USGBC (s.f.), son: LEED Certificado, LEED Plata, LEED Oro y LEED Platino, como se puede visualizar en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Niveles de certificación LEED*

| Nivel de Certificación LEED   | Puntaje  |
|---|----------|
| LEED Certified<br>(Certificado)<br> | 40 - 49  |
| LEED Silver<br>(Plata)<br>         | 50 - 59  |
| LEED Gold<br>(Oro)<br>             | 60 - 79  |
| LEED Platinum<br>(Platino)<br>     | 80 - 110 |

*Nota.* Fuente: Adaptado de (USGBC, 2023)

### 2.2.3.2. Certificación BREEAM

BREEAM por sus siglas en inglés “Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology”, traducido al español “Construcción de Investigación Establecimiento de Metodología de Evaluación Ambiental”, es un sistema de certificación que acredita la

sostenibilidad de las edificaciones, su uso es de forma voluntaria de la misma forma certifica a nuevas edificaciones y existentes que se puedan alienar a una edificación sostenible (Albújar Cabrera et al., 2019).

### 1. Categorías BREEAM

Para certificar BREEAM, se evaluará el objetivo de cada categoría definida de la certificación, el cual mediante la cantidad de puntos y/o créditos obtenidos se realizará su clasificación. Así mismo Romero et al. (2020) detalla la descripción de las categorías de BREEAM como se puede ver en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Categorías de sistema de certificación BREEAM*

| <b>Categoría</b>  | <b>Descripción</b>  |
|-------------------|---|
| Energía           | Sistemas y equipos energéticamente eficientes que ayudan al uso sostenible de la energía en el edificio.  |
| Salud y Bienestar | Aumento de comodidad, mediante iluminación natural, calidad de aire a los que darán uso a la edificación.   |
| Innovación        | Reconoce el uso que incluye productos y procesos innovadores de un tema en particular.  |
| Uso del Suelo     | Uso sostenible de la tierra, protección y creación de hábitats y la mejora de la biodiversidad para el suelo donde se ubica el edificio.          |
| Materiales        | Uso de materiales obtenidos responsablemente y con un bajo impacto a lo largo de su vida (extracción, procesamiento, fabricación y el reciclaje). |
| Gestión           | Adopción de prácticas de gestión sostenible en el ciclo de vida de un edificio para garantizar el cumplimiento de los objetos de sostenibilidad.  |
| Contaminación     | Prevención y control de la contaminación al medio ambiente asociadas con la ubicación y el uso del edificio.                                      |
| Transporte        | Mejor uso y acceso a los medios de transporte sostenibles para los usuarios de los edificios.   |
| Desperdicio       | Reducir los residuos derivados de la construcción y operación del edificio.   |
| Agua              | Uso eficiente del agua en la operación del edificio y su sitio de ubicación.  |

*Nota.* Fuente: Adaptado de (Romero et al., 2020)

De la misma forma, Albújar et al. (2019) nos detalla la incidencia de cada categoría en la certificación de BREEAM, según tabla 4.

**Tabla 4**

*Incidencia de evaluación de categorías de BREEAM*

| <b>Categoría</b>                   | <b>Incidencia</b> |
|------------------------------------|-------------------|
| Gestión                            | 11.50%            |
| Salud y Bienestar                  | 14%               |
| Energía                            | 18%               |
| Transporte                         | 8%                |
| Agua                               | 10.50%            |
| Materiales                         | 12%               |
| Residuos                           | 7%                |
| Uso del suelo y ecología del lugar | 9.50%             |
| Contaminación                      | 9.50%             |
| Innovación                         | 10%               |
| <b>Total</b>                       | <b>100%</b>       |

*Nota.* Fuente: Tomado de (Albújar et al., 2019, p. 18)

## 2. Tipologías de BREEAM

Para una mejor evaluación de los criterios en cada una de las categorías, BREEAM ha establecido las tipologías de proyectos como se detallan en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Tipologías de proyectos BREEAM*

| <b>Tipología de Proyecto</b> | <b>Descripción</b>   |
|------------------------------|--|
| BREEAM Urbanismo             | Aplicado a proyectos de urbanización en comunidades.   |
| BREEAM en uso                | Para evaluar el impacto medio ambiental de edificios no domésticos que tenga como mínimo dos años en funcionamiento, a través de la medición de las prácticas de gestión sostenible dentro de los mismos. Se puede aplicar en las fases de diseño, construcción y operación. |
| BREEAM Comercial             | Aplicada a edificios de comercios, oficinas, las cuales se pueden encontrar como edificaciones nuevas, rehabilitaciones, ampliaciones, envolvente y acondicionamiento.   |

|                 |   |
|-----------------|---|
| BREEAM Vivienda | Aplicado a edificaciones residenciales (unifamiliares y multifamiliares) que pueden ser nuevas edificaciones y rehabilitados o renovados. |
| BREEAM a medida | Específicamente para edificaciones particulares, no considerados en las anteriores tipologías, como museos, espacios deportivos, etc.     |

*Nota.* Fuente: Adaptado de (Romero et al., 2020, pp. 20-21)

### **2.2.3.3. Certificación EDGE**

El sistema de certificación EDGE por sus siglas en inglés “Excellence in Design for Greater Efficiencies”, que traducido al español “Excelencia en Diseño para Mayores Eficiencias”, es una creación del IFC (Corporación Financiera Internacional), miembro del Grupo del Banco Mundial, que busca la transformación del mercado emergente en innovar por edificios eficientes. Así mismo permite incorporar opciones de ahorro de energía, agua y uso de materiales en edificios (EDGE, 2023).

Una edificación para lograr obtener la certificación EDGE, según Romero et al. (2020), detalla lo siguiente:

Se requiere lograr en el diseño y la construcción final (de Construcciones nuevas o existente) un ahorro mínimo de 20% de energía, 20% en agua y 20% en energía incorporada en los materiales en el edificio, pudiendo ser el tipo de edificación 22 Residencial, hospitales, aeropuertos, educacional, hoteles, oficinas, retail, industria ligera y almacenes. (pp. 21,22)

#### **1. Niveles de Certificación EDGE**

EDGE presenta tres niveles de certificación (Ver tabla 6) que los proyectos inmobiliarios sostenibles pueden lograr. Así mismo en la figura 14 se observa los requisitos mínimos que debe de cumplir la edificación para ser certificado según el nivel de certificación.

**Tabla 6**

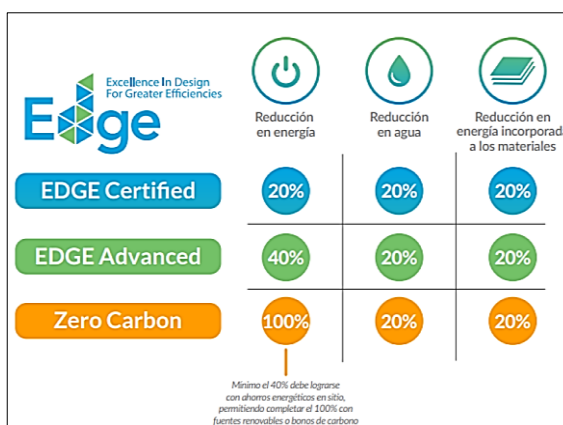
*Niveles de certificación EDGE*

| Nivel de Certificación               | Requisitos   |
|--------------------------------------|--|
| NIVEL 1: Certificación EDGE          | 1. 20% o más de ahorro en las categorías de energía, agua y energía incorporada en los materiales.   |
| NIVEL 2: Certificación EDGE Advanced | 1. Obtener la Certificación NIVEL 1: Certificación EDGE.<br>2. Lograr un ahorro de 40% o más energía.  |
| NIVEL 3: Cero Carbón                 | 1. Incorporado por la suma a la iniciativa de lograr un nivel cero de emisiones de carbono en edificios nuevos y en todos los edificios para el 2050 a nivel mundial.<br>2. Obtener la certificación NIVEL 2: Certificación EDGE Advanced.<br>3. Lograr un 100% de uso de energía renovable en el emplazamiento o fuera de este. |

*Nota.* Fuente: Adaptado de (Romero et al., 2020, p. 22)

**Figura 14**

*Requisitos mínimos según nivel de certificación EDGE*



*Nota.* Fuente: Tomado de (Asalde y Chávez, 2020, p. 43)

**2. Beneficios de Certificación EDGE**

El uso de los criterios del sistema de certificación EDGE en una edificación tendrá beneficios según el ciclo de vida en que se encuentre la edificación, esto incluye desde el desarrollo del proyecto, ejecución del proyecto y la etapa de operación y vida útil de la edificación.

Los beneficios más genéricos e importantes de la aplicación de la Certificación EDGE, según BEA (2018, como se citó en Camones y Gomez, 2022) son los siguientes:

- Te brinda liderazgo en la industria de la construcción y el mercado inmobiliario.
- Contribuye al crecimiento de conocimientos de edificación sostenible.
- Se reduce los costos de usos de los servicios de agua y luz en la etapa de operación.
- Mayor confort en el estilo de vida.
- Aumenta el valor de la propiedad que aplica criterios sostenibles.
- Eficiencias en la construcción y mano de obra.
- Protección del medio ambiente, mediante la reducción de emisiones de contaminantes.
- Acceso a beneficios estatales y privados.

#### **2.2.4. Sistema de Certificación EDGE – Categorías Sostenibles**

Las tres (03) principales categorías de recursos que componen el estándar EDGE (Excelencia en Diseño para Mayores Eficiencias) para lograr la certificación, son: El Recurso Energético, el Recurso Hídrico y la Energía Incorporada en los materiales.

##### **2.2.4.1. Recurso Energético**

Una de las tres categorías principales de recursos del estándar EDGE es el recurso energético. Para cumplir con los requisitos de



certificación, es necesario utilizar menos energía para proporcionar el mismo servicio de manera eficiente.

En la tabla 7, se detallan las medidas de eficiencia energética brindadas por EDGE a través de la Guía del Usuario EDGE V03, para alcanzar la eficiencia energética según la tipología de proyecto.

**Tabla 7**

*Medidas de eficiencia energética según certificación EDGE*

| <b>N° de medida en aplicación EDGE</b> | <b>Denominación de medida</b>  |
|--|--|
| MEE01                                  | Relación ventana-pared   |
| MEE02                                  | Techo reflectante  |
| MEE03                                  | Paredes exteriores reflectantes                                      |
| MEE04                                  | Dispositivos de control solar externos                               |
| MEE05                                  | Aislamiento del techo  |
| MEE06                                  | Aislamiento de losa de piso y de piso elevado                        |
| MEE07                                  | Techo verde  |
| MEE08                                  | Aislamiento térmico de paredes exteriores                            |
| MEE09                                  | Eficiencia del vidrio  |
| MEE10                                  | Infiltración de aire de la envolvente                                |
| MEE11                                  | Ventilación natural  |
| MEE12                                  | Ventiladores de techo  |
| MEE13                                  | Eficiencia del sistema de refrigeración                              |
| MEE14                                  | Unidad de velocidad variable   |
| MEE15                                  | Sistema de preacondicionamiento de aire fresco                       |
| MEE16                                  | Eficiencia del sistema de calefacción de espacios                    |
| MEE17                                  | Controles de calefacción de la habitación con válvulas termostáticas |
| MEE18                                  | Eficiencia del sistema de agua caliente para uso doméstico           |
| MEE19                                  | Sistema de precalentamiento de agua caliente para uso doméstico      |
| MEE20                                  | Economizadores   |
| MEE21                                  | Ventilación controlada por demanda mediante sensores de CO2          |
| MEE22                                  | Iluminación eficiente para áreas internas                            |
| MEE23                                  | Iluminación eficiente para áreas externas                            |
| MEE24                                  | Controles de iluminación   |
| MEE25                                  | Tragaluces   |

---

|       |  |
|-------|--|
| MEE26 | Ventilación controlada por demanda para estacionamiento mediante sensores de monóxido de carbono |
| MEE27 | Aislamiento para envoltorio de almacenamiento en frío  |
| MEE28 | Sistema de refrigeración eficiente para almacenamiento en frío                                   |
| MEE29 | Refrigeradores y lavadoras de ropa energéticamente eficientes                                    |
| MEE30 | Submedidores para sistemas de calefacción o refrigeración  |
| MEE31 | Medidores inteligentes de energía  |
| MEE32 | Correcciones del factor de potencia  |
| MEE33 | Energía renovable en el emplazamiento  |
| MEE34 | Medidas adicionales de ahorro de energía   |
| MEE35 | Adquisición de energía renovable fuera del predio  |
| MEE36 | Compensación de las emisiones de carbono   |
| MEE37 | Refrigerantes de bajo impacto  |

---

*Nota.* Fuente: Adaptado de Guía del Usuario de EDGE V 3.0 (IFC, 2021)

### **1. Iluminación Eficiente para áreas internas**

Según para una edificación de tipología de oficinas, los espacios interiores que deben de tener iluminación eficiente son las oficinas, áreas de circulación, áreas de almacenamiento, baños y otros (IFC, 2021).

(IFC, 2021), menciona que las lámparas de bajo consumo reducen el consumo de energía para iluminar un edificio porque producen más luz con menos energía que las bombillas incandescentes convencionales. La reducción del calor residual producida por las lámparas de bajo consumo reduce también la ganancia de calor en un espacio, lo que reduce la necesidad de refrigeración. Dado que la vida útil de este tipo de bombillas es mayor que la de las bombillas incandescentes, también se reduce los costos de mantenimiento.

La eficacia en iluminación de los distintos tipos de lámparas se mide en lúmenes/vatio, en la figura 15 se puede ver los rangos de eficacia de los distintos de lámparas. EDGE no exige medidas de eficacia específica

por tipo de luminarias, pero sí que el 90% de las lámparas sean de tipo eficiente y presenten una vida útil más prolongada.

**Figura 15**

*Rangos de eficacia y vida útil según tipo de lámpara*

| Tipo de lámpara  | Rango típico de eficacia (lúmenes/vatio) | Vida útil nominal (horas) |
|--|--|---------------------------|
| Incandescente: Filamento de tungsteno (bombillas convencionales) | 10-19                                    | 750-2500                  |
| Lámpara halógena   | 14-20                                    | 2000-3500                 |
| Fluorescente tubular (T5, T8 y T12)                              | 25-92                                    | 6000-20 000               |
| Fluorescente compacta (CFL)                                      | 40-70                                    | 10 000                    |
| Sodio de alta presión  | 50-124                                   | 29 000                    |
| Haluro metálico  | 50-115                                   | 3000-20 000               |
| Diodo emisor de luz (led)  | 50-100                                   | 15 000-50 000             |

*Nota.* Fuente: Tomado de Guía del Usuario de EDGE V 3.0 (IFC, 2021)

### ➤ **Luminarias LED**

Según los detalles técnicos de las lámparas LED reducen la cantidad de energía utilizada por los edificios para iluminar. La eficiencia energética mejorada reduce las ganancias de calor, lo que reduce los requisitos de enfriamiento. Los costos de mantenimiento de las bombillas incandescentes también se reducen porque estos tipos de bombillas tienen una vida útil más larga que las bombillas incandescentes (Lecca y Prado, 2019).

## **2. Controles de Iluminación**

Al implementar la medida de control de iluminación en los espacios según tipología de edificación de oficinas y educación (Ver tabla 8), se reduce el uso de la iluminación. Según, (IFC, 2021) detalla lo siguiente:

Esto puede lograrse colocando sensores de ocupación para evitar que queden luces encendidas cuando la habitación está desocupada o sensores fotoeléctricos cuando hay suficiente luz natural. Cuando se reduce el uso de la iluminación artificial, disminuye el consumo de energía. (IFC, 2021, p. 154)

**Tabla 8**

*Control de iluminación según tipología de edificio*

| <b>Tipo de edificio</b> | <b>Espacios que deben de estar equipados con control de iluminación</b> | <b>Tipo de control requerido</b>  |
|-------------------------|---|---|
| Casas                   | Pasillos compartidos, áreas comunes, escaleras y áreas exteriores.      | Interruptores o dispositivos atenuadores de luz fotoeléctricos, sensores de ocupación o temporizadores. |
| Oficinas                | Pasillos, escaleras   | Controles para aprovechamiento de la luz natural.   |
|                         | Baños, salas de conferencias y cubículos cerrados                       | Sensores de ocupación.  |
|                         | Oficinas abiertas.  | Sensores de ocupación.  |
|                         | Todos los espacios interiores con acceso a la luz natural.              | Sensores fotoeléctricos de luz natural.   |
| Educación               | Baños   | Sensores de ocupación   |
|                         | Salones de clases   | Sensores de ocupación   |
|                         | Pasillos  | Sensores de ocupación   |
|                         | Todos los espacios interiores con acceso a la luz natural               | Sensores fotoeléctricos de luz natural.   |

*Nota.* Figura: Adaptado de Guía del Usuario de EDGE V 3.0 (IFC, 2021)

➤ **Control de sensores de ocupación**

Esta tecnología de eficiencia brinda un ahorro energía en iluminación en áreas cuyo nivel de ocupación cambia durante el día. Esta medida puede resultar de gran utilidad si está previsto que muchos de los espacios de un edificio, como una sala de conferencias o un salón de clases, permanecerán desocupados durante varias horas al día (IFC, 2021).

En la tabla 9, se describe los usos de los distintos tipos de sensores según EDGE.

**Tabla 9**

*Sensores para control de iluminación según EDGE*

| <b>Tipo</b>                       | <b>Descripción</b>  |
|-----------------------------------|---|
| Sensores de ocupación o presencia | <p>Los sensores de ocupación o presencia pueden utilizarse para encender las luces cuando se detecta movimiento o presencia y apagarlas de nuevo cuando no se detecta movimiento ni presencia. Pueden colocarse en áreas que el personal y el público utilicen con poca frecuencia. A continuación, se enumeran algunas tecnologías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensores ultrasónicos de alta frecuencia: para detectar la ocupación emiten una señal de alta frecuencia que luego vuelven a recibir en la forma de una señal reflejada usando el efecto Doppler, e interpretan el cambio en la frecuencia como movimiento en el espacio<sup>52</sup>. Pueden funcionar cerca de obstrucciones. Se trata de sensores de ocupación de primera generación no demasiado confiables, ya que pueden ser accionados por cualquier movimiento, incluidos elementos no deseados.</li> <li>• Sensores infrarrojos pasivos: detectan la temperatura del cuerpo humano enviando rayos infrarrojos para identificar las diferencias de temperatura. Constituyen un avance en el campo de los sensores ultrasónicos. No obstante, no siempre funcionan bien en climas muy cálidos, dado que la temperatura ambiente es similar a la temperatura del cuerpo humano. Además, requieren una línea de visión directa<sup>53</sup>.</li> <li>• Sensores microfónicos: utilizan un micrófono en el interior del sensor para detectar sonidos que indiquen ocupación. Pueden configurarse para ignorar ruidos ambientales, como los provenientes de aires acondicionados, y no requieren una línea de visión. Por ende, son especialmente útiles en habitaciones con obstrucciones, como los baños con compartimentos.</li> <li>• Sensores con tecnología dual: utilizan una combinación de las tecnologías antes descritas para reducir las probabilidades de falsos encendidos y falsos apagados. Dado que cada una de las soluciones tecnológicas de detección de presencia muestra distintas limitaciones, muchos controles se basan en una combinación de las tres soluciones anteriores.</li> </ul> |

---

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Sensores de luz natural | Los sensores de luz natural pueden usarse para encender o apagar luces, solos o en combinación con dispositivos atenuadores de luz. Perciben la disponibilidad de luz natural y pueden apagar las luces o activar los dispositivos atenuadores para reducir la intensidad de la iluminación y mantener un nivel cómodo de luz. |
|-------------------------|--|

---

*Nota.* Fuente: Tomado de Guía del Usuario de EDGE V 3.0 (IFC, 2021)

### **3. Energía Renovable en el Emplazamiento**

El uso de energía renovable reduce la producción de energía y las emisiones. Por ejemplo, la instalación de paneles solares fotovoltaicos reduce el consumo de energía de la red. Las fuentes de energía renovable se consideran una medida de eficiencia energética porque reemplazan una proporción de la electricidad generada a partir de combustibles fósiles (IFC, 2021).

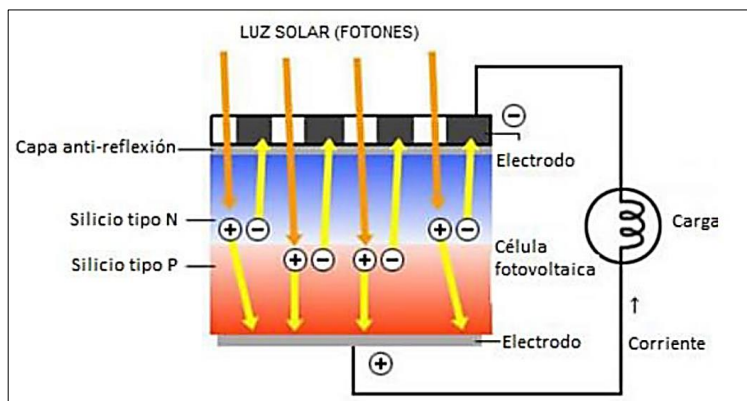
#### **➤ Sistemas de energía solar fotovoltaicos**

La instalación de paneles solares fotovoltaicos reduce la cantidad de electricidad requerida de la red, ya que consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica (Lecca y Prado, 2019, p. 28).

El proceso consiste en que los paneles solares fotovoltaicos están compuestos de células fotovoltaicas, que están hechas de silicio, uno de los metaloides más abundantes del mundo y se usa estas células para convertir la radiación solar en energía eléctrica. Los fotones, partículas de la luz solar, impactan en una de las caras de una célula fotovoltaica, generando corriente eléctrica que se utiliza como fuente de energía (OSINERGMIN, 2019, como se citó en Camones y Gomez, 2022).

## Figura 16

### *Esquema de una celda fotovoltaica*



*Nota.* Fuente: Tomado de (Gamarra et al., 2022, p. 6)

### **Tipos de sistemas solares fotovoltaicos**

Existe una amplia gama de opciones de sistemas solares fotovoltaicos y varios desarrollos tecnológicos capaces de convertir la energía solar en energía eléctrica con diferentes niveles de eficiencia. Se pueden encontrar sistemas con una eficiencia de hasta un 22,5 %, mientras que otros solo ofrecen una eficiencia de apenas un 5 %. La mayoría de los paneles solares fotovoltaicos tienen una eficiencia del 14% al 16% (IFC, 2021).

Como detalla, Gamarra et al. (2022) los tipos de sistemas solares fotovoltaicos dependerá de la configuración del sistema que se aplicará según el uso, tipo y condiciones del espacio o ambiente que se dará el uso, resaltando tres tipos los cuales son: sistemas autónomos, sistemas conectados a la red y los sistemas mixtos o híbridos.

Respecto a los diferentes tipos de paneles fotovoltaicos, según (Asalde y Chávez, 2020), son los siguientes:

- **Paneles solares monocristalinos**, de alto rendimiento, precio medio alto, más rentables, conformado por silicio puro fundido y boro.
- **Paneles solares policristalinos**, de espesor reducido, forma cuadrada, costo menor ya que está compuesto de menos material en su fabricación.
- **Paneles solares amorfos**, son maleables, generalmente se utilizan para instalarlos en tejados y/o en superficies de edificios en donde los tamaños requeridos sean considerables, son bastante delgados y económicos.
- **Paneles solares de sulfuro de cadmio y sulfuro de cobre**, de fácil proceso de fabricación ya se utiliza poco material en su elaboración, de bajo costo.
- **Paneles solares de arsénico de galio**, de alto rendimiento, conformado con material escaso por lo que la elaboración es costosa, pero posee un coeficiente elevado de absorción.
- **Paneles solares híbridos**, combinación del panel solar fotovoltaico y el solar térmico, refrigera células fotovoltaicas mediante el agua, y esta agua puede ser reutilizada como agua caliente sanitaria.

### **Estructura de sistema solar fotovoltaico**

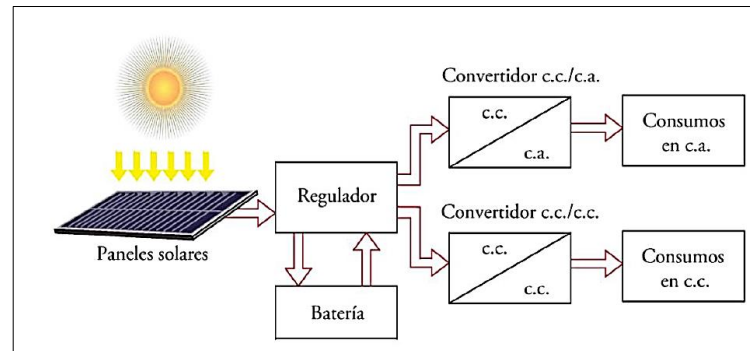
En base a los que detalla, Smets et al. (2015, como se citó en Gamarra et al., 2022) menciona que los principales componentes de un sistema fotovoltaico son: estructura de montaje, almacenamiento



de energía, convertidores DC de corriente continua, inversores, cables y baterías.

**Figura 17**

*Componentes de un sistema solar fotovoltaico*



*Nota.* Fuente: Tomado de Tobajas, (2018, como se citó en (Asalde y Chávez, 2020, p. 67)

### ➤ **Vidrios fotovoltaicos**

Estos vidrios, en cuanto a características, son similares a los comunes, es decir, transparentes, pero contienen dentro de sí, células fotovoltaicas. Estas células serán las encargadas de captar la energía solar que reciben y transformarla en electricidad, que luego puede ser aprovechada por los aparatos usuales. En otras palabras, son básicamente unos paneles solares, pero transparentes o semitransparentes.

### **Vidrio fotovoltaico de silicio amorfo**

El vidrio fotovoltaico de silicio amorfo (vidrio fotovoltaico), según sus propiedades es considerado como el reemplazo ideal a los vidrios arquitectónicos convencionales, de la misma forma genera energía limpia y gratuita gracias a la radiación solar (OnyxSolar, 2023).

Según, (OnyxSolar, 2023), las ventajas del vidrio fotovoltaico de Silicio Amorfo son:

- Produce más energía en climas nublados y de altas temperaturas.
- Presenta diferentes niveles de transmisividad de luz visible de hasta un 30%.
- Proporciona iluminación natural y filtro selectivo respecto a radiaciones UV.
- Buenas propiedades térmicas y acústicas.

### Figura 18

#### *Propiedades físicas del vidrio fotovoltaico*

|                          | Sin transparencia      | Transparencia baja   | Transparencia media  | Transparencia alta   |
|--------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Potencia pico            | 57.6 wp/m <sup>2</sup> | 40 wp/m <sup>2</sup> | 34 wp/m <sup>2</sup> | 28 wp/m <sup>2</sup> |
| Transmisión de luz       | 0%                     | 10.80%               | 17.30%               | 28.60%               |
| Factor solar             | 22%                    | 29%                  | 34%                  | 41%                  |
| Transmisión térmica      | 5.7                    | 5.7                  | 5.7                  | 5.7                  |
| Transmisión ultravioleta | 0                      | 1.50%                | 1.50%                | 4.70%                |
| Reflexión luminosa       | 7.60%                  | 7.60%                | 7.60%                | 7.60%                |

*Nota.* Fuente: Tomado de OnyxSolar, como se citó en (Gamarra et al., 2022)

#### **2.2.4.2. Recurso hídrico**

La eficiencia en el uso del agua, es una de las categorías principales que brinda la certificación EDGE, esta brinda medidas para su uso de forma eficiente así mismo la implantación de nuevas tecnologías que conlleva un ahorro en su consumo y uso del recurso hídrico.

En la tabla 10, se detallan las medidas de eficiencia hídrica brindadas por EDGE a través de la Guía del Usuario EDGE V03, para alcanzar la eficiencia del agua según la tipología de proyecto.

**Tabla 10***Medidas de eficiencia en el consumo del agua según certificación EDGE*

| <b>N° de medida en aplicación EDGE</b> | <b>Denominación de medida</b>   |
|--|---|
| MECA01                                 | Cabezales de ducha con uso eficiente del agua                           |
| MECA02                                 | Grifos con uso eficiente del agua para baños privados/todos los baños   |
| MECA03                                 | Grifos con uso eficiente del agua para baños públicos                   |
| MECA04                                 | Retretes con uso eficiente del agua para baños privados/todos los baños |
| MECA05                                 | Retretes con uso eficiente del agua para baños públicos                 |
| MECA06                                 | Bidé con uso eficiente del agua   |
| MECA07                                 | Urinarios con uso eficiente del agua                                    |
| MECA08                                 | Grifos de cocina con uso eficiente del agua                             |
| MECA09                                 | Lavavajillas con uso eficiente del agua                                 |
| MECA10                                 | Válvulas rociadoras de preenjuague para ahorrar agua en la cocina       |
| MECA11                                 | Lavadoras con uso eficiente del agua                                    |
| MECA12                                 | Cobertores de piscinas  |
| MECA13                                 | Sistema de riego de jardines con uso eficiente del agua                 |
| MECA14                                 | Sistema de recolección de agua de lluvia                                |
| MECA15                                 | Sistema de tratamiento y reciclado de aguas residuales                  |
| MECA16                                 | Sistema de recuperación de agua condensada                              |
| MECA17                                 | Medidores de agua inteligentes  |
| MECA18                                 | Medida adicional para ahorrar agua                                      |

*Nota.* Fuente: Adaptado de Guía del Usuario de EDGE V 3.0 (IFC, 2021)

### **1. Grifos con uso eficiente del agua**

La guía del Usuario EDGE V.03, detalla sobre los grifos con uso eficiente de agua usados en baños privados y públicos según la tipología de edificación indica lo siguiente:

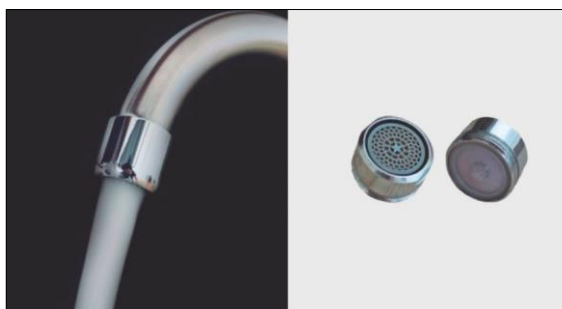
Se pueden lograr ahorros si el flujo de los grifos especificados para los lavabos en los baños es inferior al flujo del caso base en litros por minuto. Este flujo bajo debe obtenerse a través del uso de aireadores y controles de cierre automático. (IFC, 2021, p. 200)

Dentro de las medidas y tecnologías existentes propuestos por EDGE son: Instalación de grifos con aireadores y válvulas de cierre automático y estos dos se puede adquirir como un solo producto.

Los aireadores son pequeños dispositivos que ahorran agua y se instalan en los grifos para reducir el flujo de agua. Para crear turbulencia en el flujo se mezcla aire y agua para dar la impresión de que hay más presión sin aumentar el caudal del grifo. Se conocen también como reguladores de flujo (IFC, 2021).

### **Figura 19**

*Aireadores en grifos*



*Nota.* Fuente: Tomado de (Hidrología Sostenible, 2020)

Los grifos con cierre automático se activan al presionar y tienen sensores electrónicos que permiten que el agua salga durante un tiempo predeterminado, generalmente 15 segundos. Después de este tiempo, el grifo se cierra automáticamente. Este tipo de tecnologías en los grifos es ideal para baños públicos de gran concurrencia (IFC, 2021).

## **2. Inodoros con uso eficiente del agua**

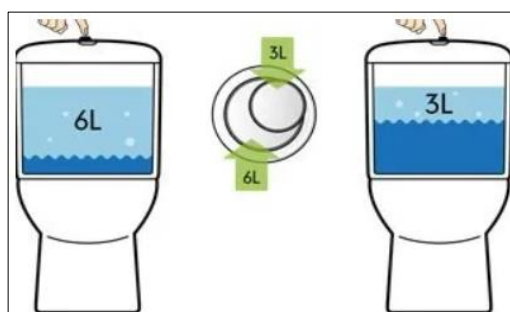
Esta medida se aplica a todos los baños de carácter público y/o privado de la edificación. La instalación de inodoros de doble descarga

permite descargar menos agua cuando no se necesita una descarga completa, lo que ayuda a reducir la cantidad de agua utilizada en las descargas. De la misma manera, la implementación de un inodoro de descarga básico con un uso de agua más eficiente o una válvula de descarga se logrará reducir la cantidad de agua utilizada (IFC, 2021).

EDGE en su Guía del Usuario V.03, como estrategia brinda el uso de inodoros de doble descarga, el cual “poseen dos palancas de descarga: el menor volumen se recomienda para desechos líquidos y el mayor volumen, para desechos sólidos” (IFC, 2021, p. 204).

### Figura 20

*Inodoros de doble descarga*



*Nota.* Fuente: Tomado de (Del Toro & Antúnez ARQUITECTOS, 2019)

En los baños de uso público, donde la cantidad de personas que usa el agua es mayor, los fluxómetros son magníficos. El mal uso de las instalaciones, los descubiertos al cerrar las llaves y el mal mantenimiento son otros factores que contribuyen al desperdicio de agua en los baños públicos. El uso de fluxómetros, que son dispositivos especiales para inodoros y grifos que funcionan a través de un sistema de válvulas y palancas o sensores, se convierte en una alternativa para el manejo

eficiente del recurso hídrico en los sanitarios de uso público (Hygolet, 2015).

El fluxómetro aumenta la presión del agua en cada descarga, lo que significa que se usa menos agua que en un sistema tradicional. El mecanismo de descarga del fluxómetro puede ser de dos tipos como son manuales o automáticos. El mecanismo automático posee un sistema de detección de movimiento empotrado en la pared o en la parte inferior del grifo que activa el flujo de agua para su salida, mientras que el mecanismo manual se activa con una palanca o pedal (Hygolet, 2015).

### **Figura 21**

*Inodoro incorporado con fluxómetro*



*Nota.* Figura: Tomado de (PROMART HOMECENTER, 2023)

### **3. Urinarios con uso eficiente del agua**

Según, (IFC, 2021) detalla que “la instalación de urinarios de bajo flujo reduce el agua usada en las descargas, lo que posibilita un consumo eficiente del agua y un alto nivel de satisfacción del usuario con el rendimiento de la descarga” (IFC, 2021, p. 209).

Los fluxómetros que se colocan en los urinarios funcionan de la misma manera que los que se instalan en los inodoros. Sin embargo,

tienen menor caudal y se conocen como válvulas temporizadas ya que el flujo de agua a presión es solo durante un período de tiempo determinado, terminado el tiempo el sistema se detiene, lo que evita el desperdicio de agua por descuido cuando se cierra los grifos (Hygolet, 2015).

## **Figura 22**

*Urinario con fluxómetro*



*Nota.* Fuente: Tomado de (PROMART HOMECENTER, 2023)

## **4. Sistema de recolección de aguas de lluvia**

El agua de lluvia es una opción alternativa para el suministro de agua en hogares y edificaciones, lo que demuestra la responsabilidad económica y ambiental. Hay muchas actividades diarias que no requieren agua purificada, como el uso en el inodoro o en el riego de áreas verdes. Al utilizar el agua de lluvia, podemos disminuir el consumo de agua en viviendas y edificios en un 40% (AQUA ESPAÑA, 2016, como se citó en Asalde y Chávez, 2020).

“Las aguas pluviales recogidas, filtradas y almacenadas de forma adecuada, representan una fuente alternativa de agua de buena calidad que permite sustituir el agua de consumo en determinadas aplicaciones y

de esta forma contribuyen al ahorro de este recurso” (AQUA ESPAÑA, 2016).

### ➤ **Ventajas**

Como detalla, (León Romero, 2017), que algunos de las ventajas de un sistema de captación pluvial son las siguientes:

- Calidad físico-química del agua.
- Sistema de uso independiente en una edificación.
- Mantenimiento sencillo.
- Ahorro económico.

### ➤ **Componentes del sistema de recolección de lluvia**

#### **Captación**

La superficie de captación está conformada por los techos de la edificación, el cual presenta pendientes adecuadas así mismo la superficie debe de asegurar el escurrimiento.

El cálculo del volumen de agua pluvial requerido es en base al área efectiva de captación, así como la precipitación pluvial según la zona de estudio y el coeficiente de esorrentía según tipo de superficie de techo. FAO (2000, como se citó en Guevara, 2020) presenta una ecuación para el cálculo de la captación de agua de lluvia que es la siguiente:

$$V = A * P * C_e$$

Donde:

V: Volumen de agua de captación (m3)



A: Área de la superficie de captación (m<sup>2</sup>)

P: Precipitación pluvial (mm)

Ce: Coeficiente de escurrimiento

Para efectos de cálculo es de importancia conocer el material del techo ya que dependiendo del tipo de material presenta un coeficiente de escurrimiento, algunos valores se indican en la figura 23.

### Figura 23

#### *Coefficientes de escurrimiento*

| Material de la superficie de captación | Coefficiente de Escurrimiento<br>(C) |
|--|--------------------------------------|
| Lámina Galvanizada lisa                | > 0.9                                |
| Lámina metálica corrugada              | 0.7 a 0.9                            |
| Lámina de asbesto                      | 0.8 a 0.9                            |
| Teja                                   | 0.6 a 0.9                            |
| Losa de concreto                       | 0.7 a 0.85                           |

*Nota.* Fuente: Tomado de (Guevara Diaz, 2020, p. 17)

### Recolección y conducción

La función es de recolectar y conducir el agua pluvial procedente de las precipitaciones hacia el almacenamiento. Se realiza a través de canaletas y montantes verticales adosadas al techo y a las paredes, así mismo éstas deben ser livianas, resistente al agua y de fácil conexión entre sus partes. Se resalta que en el proceso de recolección y conducción no se contamine el agua por compuestos orgánicos o inorgánicos, de la misma forma se debe de contar con

mallas y/o rejillas en los puntos de recolección como se aprecia en la figura 24 (CEPIS, 2004, como se citó en León, 2017).

### **Figura 24**

*Rejillas de protección en canaletas*



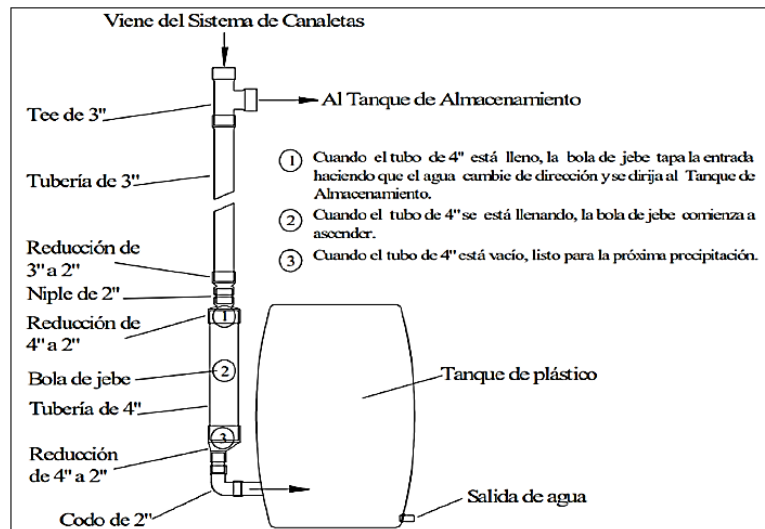
*Nota.* Fuente: Tomado de (León, 2017, p. 37)

### **Interceptor de primeras aguas**

CEPIS (2004, como se citó en Guevara Diaz, 2020), detalla que el dispositivo de descarga de primeras aguas contiene todos los objetos indeseables que han estado reteniendo el techo durante el tiempo que no había precipitación. Se debe determinar el volumen que se calculará aproximadamente tomando 1 litro por metro cuadrado. Esta cantidad de agua se almacenará en un tanque de plástico adicional con una llave de descarga.

## Figura 25

### Interceptor de primeras aguas



Nota. Fuente: Tomado de (Guevara Diaz, 2020, p. 20)

### Almacenamiento

El agua filtrada para que pueda ser utilizada deberá de ser contenida en un depósito de almacenamiento, este debe ser construido con un material que no contamine ni altere la composición del agua filtrada, debe mantenerse protegido de la luz ultravioleta y el calor y debe llevarse un registro de uso para realizar un seguimiento de limpieza, inspección y mantenimiento. La capacidad del depósito de almacenamiento dependerá de tres factores: la demanda del sistema, la cantidad de agua lluvia producida por la superficie de recolección y el historial de precipitaciones locales en el área donde se encuentra el edificio o vivienda (AQUA ESPAÑA, 2016, como se citó en Asalde y Chávez, 2020).

## Distribución

Se garantizará que el agua de lluvia almacenada llegue a los puntos de abastecimiento mediante un sistema de distribución que puede ser directa (del tanque cisterna hacia los puntos de abastecimiento mediante impulsión) o de forma indirecta (se impulsa del tanque cisterna a un tanque elevado el cual por gravedad distribuirá a todos los puntos de abastecimiento de la edificación), según (AQUA ESPAÑA, 2016, como se citó en Asalde y Chávez, 2020).

### ➤ Aplicaciones del agua de lluvia

Según AQUA ESPAÑA (2016), el agua captada procedentes de las lluvias pueden ser usadas según el tipo de aplicación, en la tabla 11, se puede observar algunas aplicaciones más esenciales.

**Tabla 11**

*Aplicaciones de aguas almacenadas de lluvia*

| <b>Aplicación</b>          | <b>Usos</b>   |
|----------------------------|---|
| Interior de la edificación | Cisterna de Inodoros<br>Lavado de suelos  |
| Exterior de la edificación | Riego de áreas verdes<br>Lavado de suelos<br>Lavado de vehículos                        |
| Industrial                 | Limpieza de superficies y vehículos<br>Almacenamiento de agua contra incendios<br>Riego |

*Nota.* Fuente: Adaptado de (AQUA ESPAÑA, 2016, p. 9)

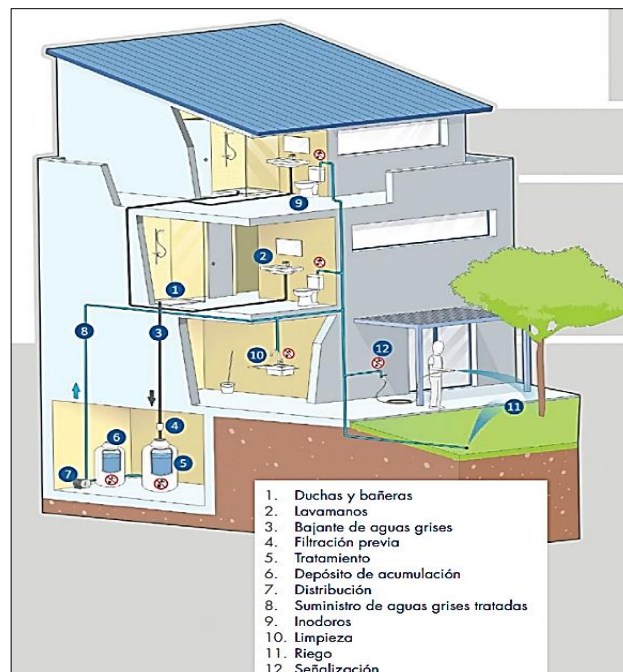
## 5. Sistema de reciclado de aguas residuales (aguas grises)

Las aguas grises son aguas residuales de usos de agua potable que proviene del desagüe de los grifos de lavado y duchas. Las aguas grises y los desechos sólidos de los inodoros y las cocinas, que requieren un tratamiento más intensivo, son considerados como aguas negras (IFC, 2021).

El reúso de las aguas grises, como detalla (AQUA ESPAÑA, 2016) es considerado como “una fuente alternativa de agua de calidad aceptable, que puede ser utilizada para determinadas aplicaciones sustituyendo al agua apta para el consumo humano que generalmente se emplea, contribuyendo al ahorro de este recurso” (p. 5).

**Figura 26**

*Sistema de tratamiento de aguas grises*



*Nota.* Fuente: Tomado de (AQUA ESPAÑA, 2016, p. 5)

### ➤ **Beneficios de su uso**

Existe muchos beneficios del uso de reutilización de aguas grises, Allen (2015, como se citó en Lovera y Quispe, 2021), detalla algunos como son:

- Reduce el uso de agua potable entre el 16% a 40% dependiendo del lugar y el diseño.
- Disminuye el costo de las facturas por recibos de agua.
- Es una fuente de alternativa para diversos usos.
- Preserva los recursos del agua para otras fuentes de consumo.

### ➤ **Producción de agua gris**

Son las aguas provenientes del desagüe de los grifos de lavados y duchas, no se consideran aguas provenientes de los lavados de cocinas, inodoros, entre otros ya que dentro de su composición contienen agentes químicos, contaminantes, patógenos y fecales.

### ➤ **Sistemas de Tratamiento**

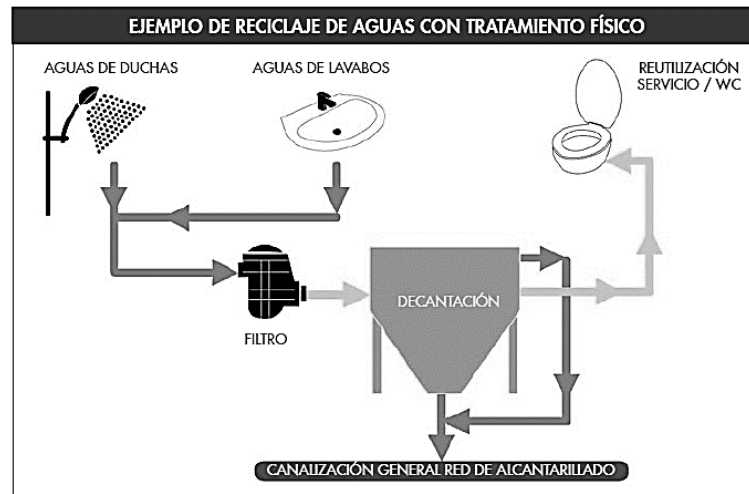
Asalde y Chávez (2020), detalla que “La elección de tipo de tratamiento al que se someterá el agua gris para mejorar su calidad depende de: las características de agua gris, el uso que se dará, especificaciones requeridas del agua, aspectos económicos” (p. 57).

Según, AQUA ESPAÑA (2016), en su “Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios”, clasifica a los sistemas de tratamiento en los siguientes:

- Tratamiento físico, en este sistema se usan filtros de malla, anillas, arenas y otros para la separación de sólidos y/o grasas, de la misma forma la decantación para las partículas en suspensión.

**Figura 27**

*Tratamiento físico de Aguas grises*

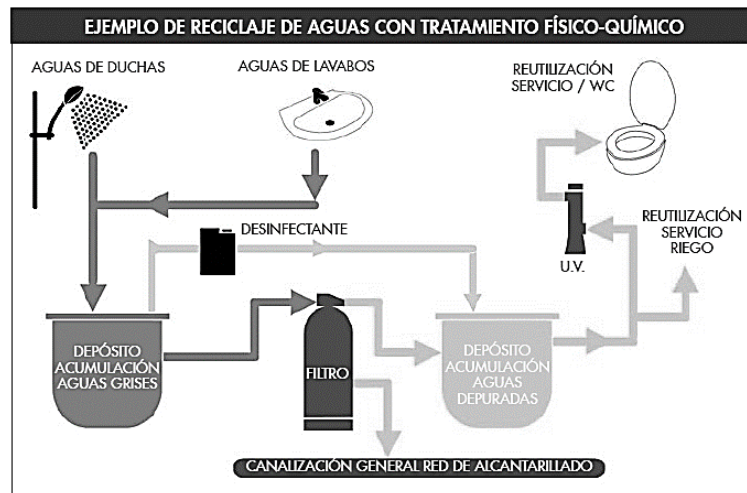


*Nota.* Fuente: Tomado de “Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios”, (AQUA ESPAÑA, 2016, p. 14)

- Tratamiento físico – químicos, “se utiliza para separar emulsiones, coloides, partículas en suspensión, aceites, grasas, materia orgánica y turbidez. En el tratamiento se puede incorporar: uso de prefiltros, dosificación de coagulantes y floculantes, filtraciones y desinfección para evitar la multiplicación de microorganismos” (Asalde y Chávez, 2020, p. 59).

**Figura 28**

*Tratamiento físico – químico de aguas grises*



*Nota.* Fuente: Tomado de “Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios”, (AQUA ESPAÑA, 2016, p. 15)

Como producto químico, para un sistema de tratamiento primario se usa el Hipoclorito de sodio, para la desinfección del agua y que tiene como propiedad lo siguiente: eliminar la turbiedad del agua y su dosificación y obtención es de costo económico y comercial (Pari, 2018).

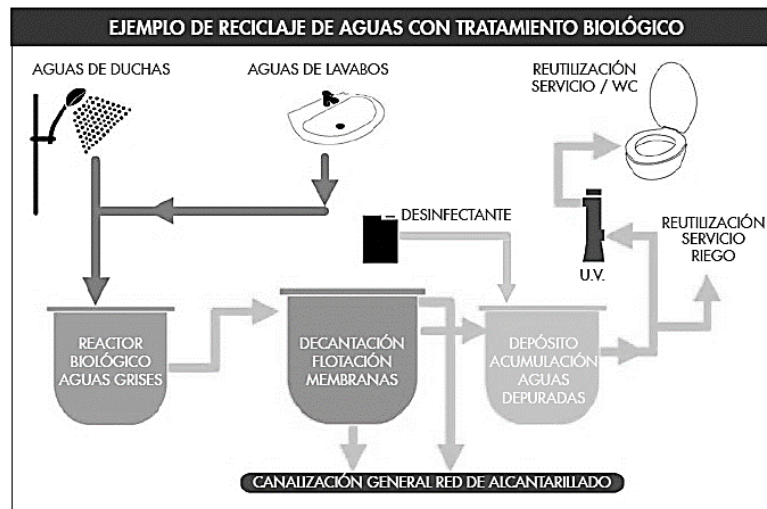
- Tratamiento biológico, es un sistema mucho más complejo y costoso, pero el objeto es el mismo “obtener la degradación de la materia orgánica presente en las aguas grises mediante microorganismos, cuyo crecimiento se favorece aportando oxígeno al sistema” (AQUA ESPAÑA, 2016, p. 15).

Entre los sistemas más utilizados son los reactores secuenciales, reactores biológicos de membrana y los sistemas biológicos naturalizados.



**Figura 29**

*Tratamiento biológico de aguas grises*



*Nota.* Fuente: Tomado de “Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios”, (AQUA ESPAÑA, 2016, p. 16)

➤ **Recepción de aguas grises**

Serán canalizados por gravedad hasta el sistema de almacenamiento de las aguas grises, de la misma forma se colocarán prefiltros para la retención de sólidos, cabellos en los puntos de desagüe y canalizaciones de aguas grises para reducir los problemas de obstrucción en su tratamiento y el bombeo (Asalde y Chávez, 2020).

“Cuando se recicle el agua, deberá utilizarse un sistema de doble tubería para separar el agua reciclada de la línea de suministro principal” (IFC, 2021, 26 de octubre, p. 227)

➤ **Almacenamiento**

Se realizará en forma separada del sistema existente, se tendrá que considerar el volumen de almacenaje, en base a los caudales y tiempos de

servicio mínimo para asegurar un óptimo funcionamiento de la instalación (Asalde y Chávez, 2020).

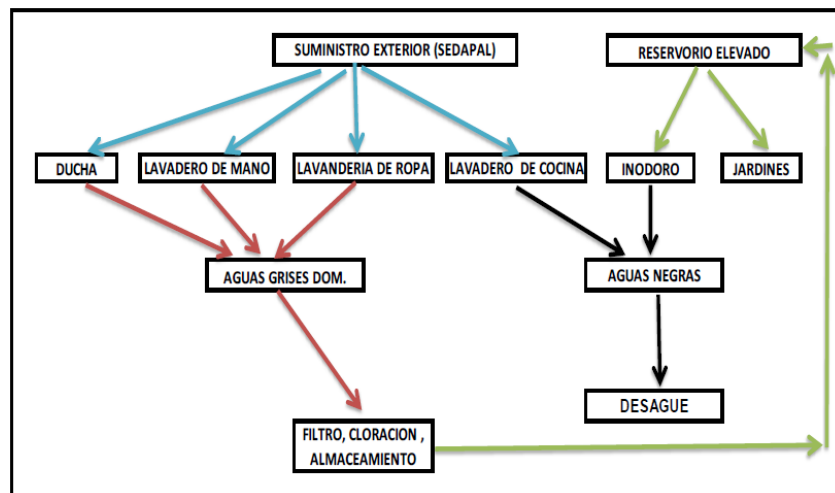
### ➤ Aplicaciones de agua gris

IFC (2021) a través de la Guía del Usuario EDGE V.03, menciona que “Entre los usos finales pueden incluirse las descargas de los sanitarios, el suministro para el sistema de HVAC, la limpieza del edificio o el riego de las áreas de jardines” (p. 227).

Su aprovechamiento se realizará luego de recolectar las aguas grises, almacenarla en una cisterna y mediante un sistema de impulsión conducir hacia un reservorio ubicado en la parte final de la edificación y por gravedad se distribuirá a los usos determinados (Pari, 2018).

**Figura 30**

*Estructura de reutilización de aguas grises*



*Nota.* Fuente: Tomado de (Pari Quispe, 2018, p. 31)

### 2.2.4.3. Materiales de construcción

Para cumplir con la certificación EDGE, el uso de materiales con menor energía incorporada es una de las categorías principales de EDGE.

Así mismo es preciso señalar como menciona, Alias & Jacobo (2007, como se citó en Moreira Macías et al., 2019) determina en su estudio que:

Para producir edificios ambientales y energéticamente eficientes y sostenibles es necesario la selección de materiales con el menor uso de energía en su producción y transporte, el diseño de formas, tipologías y elementos constructivos homogéneos que no requieran el uso excesivo de energía y la concienciación de los usuarios en el control climático del edificio. (p. 77)

En la tabla 12, se detallan las medidas de eficiencia en el uso de materiales brindadas por EDGE a través de la Guía del Usuario EDGE V03, para alcanzar la eficiencia en la categoría según la tipología de proyecto.

**Tabla 12**

*Medidas de eficiencia en el uso de materiales según certificación EDGE*

| <b>N° de medida en aplicación<br/>EDGE</b> | <b>Denominación de medida</b>  |
|--|--------------------------------|
| MEM01                                      | Construcción del piso inferior |
| MEM02                                      | Construcción del entrepiso     |
| MEM03                                      | Acabado de piso                |
| MEM04                                      | Construcción del techo         |
| MEM05                                      | Paredes exteriores             |
| MEM06                                      | Paredes interiores             |
| MEM07                                      | Marcos de ventana              |
| MEM08                                      | Vidrios de las ventanas        |
| MEM09                                      | Aislamiento del techo          |
| MEM10                                      | Aislamiento de las paredes     |
| MEM11                                      | Aislamiento del piso           |

*Nota.* Fuente: Adaptado de Guía del Usuario de EDGE V 3.0 (IFC, 2021)

## 1. Construcción de entrepiso

La aplicación de la losa debe de ser intermedia para una edificación de varios pisos, ya que el primer nivel se encuentra en base a las características del suelo. El grosor la losa de piso será considerada solo el espesor estructural, no se considera los espesores de acabado de piso (IFC, 2021).

IFC (2021), a través de la “Guía del usuario EDGE V.03”, presenta unas alternativas para losas de piso, el cual se detalla en la tabla 13.

**Tabla 13**

*Materiales eficientes para losa de piso*

| <b>Tipo de losa</b>                                    | <b>Descripción</b>   |
|--|--|
| Losa aligerada de concreto                             | Es un sistema que usa materiales de peso ligero como ladrillo, baldosas de arcilla y bloques celulares de concreto, estos son usados en la parte inferior de la losa. Este tipo de losa usa menos concreto y acero a causa de su bajo peso, así mismo es eficaz en costos respecto a una losa de concreto convencional.  |
| Losas prefabricadas de concreto reforzado              | Se utiliza elementos prefabricados y está formado por dos componentes: la loseta y viguetas.<br>1) La loseta son de concreto reforzado prefabricado que presenta un menor espesor de la losa.<br>2) Las viguetas son de concreto reforzado parcialmente prefabricadas.<br>Las losetas y viguetas prefabricadas se vuelven en una estructura monolítica luego del vaciado de concreto, de la misma forma este tipo de losas permite ahorrar tiempo. |
| Losa aligerada de concreto con bloques de poliestireno | Este sistema es similar al tipo de losa aligerada de concreto, ya que su función es reducir el volumen de concreto en una losa. Este tipo de losa está compuesto por vigas de concreto prefabricadas, un molde de poliestireno en la zona inferior de la losa y el concreto de la losa.  |

*Nota.* Fuente: Adaptado de “Guía del usuario EDGE V 3.0” (IFC, 2021)

## 2. Acabado de piso

Se considera la capa superior del material de acabado, de igual forma cualquier capa que sirve para las uniones de acabado o capas niveladoras de cemento denominados solado.

IFC (2021), a través de la “Guía del usuario EDGE V 3.0”, presenta unas alternativas para acabados de piso donde se menciona la cantidad de energía incorporada que presentan dichas tecnologías (ver tabla 14), estas deberán de ser implementadas según el uso de los espacios, así como la ubicación de la edificación.

**Tabla 14**

*Materiales eficientes para acabado de piso*

| <b>Tipo de acabado</b>       | <b>Descripción</b>   |
|------------------------------|--|
| Baldosa cerámica             | Son resistentes, por lo que el mantenimiento es mínimo. En su fabricación se usan grandes cantidades de energía por el proceso de cocción, en efecto presentan un alto grado de energía incorporada.                                 |
| Piso de concreto con acabado | Comúnmente denominado como solado, es un revestimiento de mortero que se puede usar como capa final, contrariamente presente una mayor facilidad de quiebra el cual demandara costos en su mantenimiento.                            |
| Pisos de madera laminada     | Presentan mayor estabilidad dimensional en comparación con los pisos de madera maciza, en espacios que se encuentran expuestos a altos niveles de cambios de humedad. El costo inicial es menor respecto a un piso de madera maciza. |

*Nota.* Fuente: Adaptado de “Guía del usuario EDGE V 3.0” (IFC, 2021)

## 3. Paredes interiores

Según EDGE, “El objetivo es reducir la energía incorporada en los materiales del edificio, para lo cual se especifican tipos de paredes

interiores con una menor proporción de energía que una pared interior común” (IFC, 2021, p. 269).

Las paredes interiores se utilizan principalmente para dividir y separar los ambientes (muros no portantes). El aislamiento térmico, acústico y la resistencia mecánica mínima son algunas de las condiciones a tener en cuenta al elegir los materiales adecuados para construir las paredes interiores (Camones y Gomez, 2022).

IFC (2021), a través de la “Guía del usuario EDGE V 3.0”, presenta unas alternativas para acabados de piso donde se menciona la cantidad de energía incorporada que presentan dichas tecnologías (ver tabla 15), estas deberán de ser implementadas según el uso de los espacios, así como la ubicación de la edificación.

**Tabla 15**

*Materiales eficientes para paredes interiores*

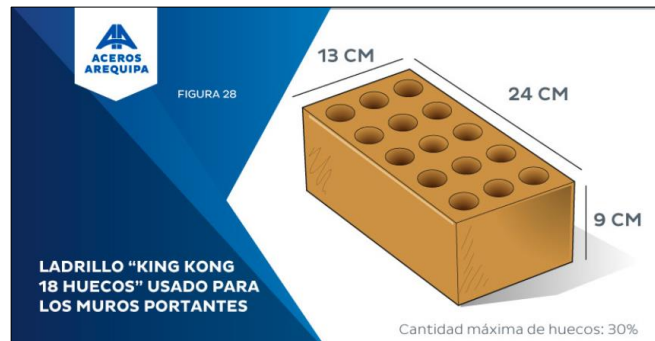
| <b>Tipo de material</b>                   | <b>Descripción</b>   |
|---|--|
| Ladrillos huecos (con orificios)          | Son bloques que se cuecen a altas temperaturas de material de arcilla. Su tamaño contribuye a los tiempos de construcción y su estructura de forma ahuecada implica que hay menos material por metro cuadrado de pared terminada                                     |
| Bloques de concreto hueco de peso mediano | Su bajo peso contribuye a la reducción de carga proveniente de los muros, los vacíos mejoran el aislamiento térmico y acústico. Sus dimensiones en comparación de los ladrillos arcilla cocida contribuye a disminuir el uso de mortero y su cantidad en las juntas. |
| Placas de yeso sobre montante metálicos   | Los paneles de placa de yeso se fabrican usando núcleo de yeso adherido a capas de papel o aglomerado, así mismo presentan propiedades térmicas en condiciones climáticas extremas.  |

*Nota.* Fuente: Adaptado de “Guía del usuario EDGE V 3.0” (IFC, 2021)

En la figura 31 se puede observar los ladrillos de arcilla cocida usada en los muros portantes, de la misma forma en la figura 32 se observa los bloques de concreto hueco de peso medio usado en divisiones de muros.

### Figura 31

*Bloque de ladrillo de arcilla*



*Nota.* Fuente: Tomado de (Aceros Arequipa, 2023)

### Figura 32

*Bloque de concreto hueco*



*Nota.* Fuente: Tomado de (Grupo JC2, 2023)

#### 2.2.5. Edificación sostenible

Romero et al. (2020), define como una edificación sostenible a una edificación que puede mantener o mejorar la calidad de vida de sus usuarios, mediante el equilibrio del clima, la cultura, sumando la conservación de la energía, los recursos, reúso de los materiales y minimiza las sustancias peligrosas

que afectan la capacidad de los ecosistemas locales y globales a lo largo del ciclo de vida del edificio.

De la misma forma se le denomina como:

Edificación diseñada y construida para que mejore su rendimiento ambiental, incremente su valor económico y desarrolle un ambiente interior saludable, aumentado la satisfacción, y por ende la productividad de sus ocupantes. Es un componente para lograr un desarrollo urbano sostenible. (Código Técnico de Construcción Sostenible, 2021, p. 46)

En efecto se indica que un edificio sostenible es aquel que induce el uso racional de materiales y control de residuos en la construcción, de igual modo el uso eficiente de la energía y el agua en la ejecución y operación de la edificación, que conlleve a una reducción de contaminación y se genere un impacto positivo en el medio ambiente (Romero et al., 2020).

#### **2.2.5.1. Beneficios de una edificación sostenible**

Algunos beneficios y/o ventajas más relevantes de la implementación de la construcción sostenible en una edificación, según Monroy (2014, como se citó en Albújar et al., 2019), son las siguientes:

1. Reducción de costos de operación, como resultado de un eficiente manejo energético e hídrico el cual generar un impacto positivo en la etapa de operación de la edificación.
2. Reducción de uso de energía, a través de la eficiencia energética (luminarias con menos consumo, vidrios e iluminación natural).



3. Reducción el consumo de agua, mediante el uso de aparatos y accesorios eficientes de uso de agua, así mismo la implementación de sistemas de reúso de aguas grises y aguas pluviales.
4. Reducción de residuos, obtenidos en la etapa de construcción y operación de la edificación.
5. Calidad ambiental en el interior de la edificación, mediante el control de las temperaturas, según la condición climática del lugar donde se ubica.

#### **2.2.5.2. Sostenibilidad Hídrica**

La ONU (2014, como se citó en Camones y Gomez, 2022), manifiesta que el agua es un recurso esencial para el desarrollo socioeconómico y el desarrollo sostenible. Este recurso es crucial para la humanidad porque ayuda a reducir la carga mundial de enfermedades para mejorar la salud, mejorar el bienestar y la productividad de las poblaciones y preservar una variedad de beneficios y recursos. El agua sigue siendo un factor clave en la adaptación al cambio climático y sigue siendo un vínculo esencial entre el sistema climático, el medio ambiente y la sociedad.

La sostenibilidad hídrica se logrará a través de una gestión eficiente del recurso hídrico, ello conlleva a la innovación e implementación de nuevas tecnologías y practicas sostenibles, que tienen como objeto el reducir el consumo de agua, estos sistemas son el uso de aparatos y accesorios eficientes, así como el uso de agua procedente de otras fuentes como son las aguas pluviales y el reúso de aguas grises.

### **2.2.5.3. Sostenibilidad energética**

Guillen et al, (2014, como se citó en Asalde y Chávez, 2020) detalla lo siguiente:

Con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la generación de energía que satisfaga el consumo energético y la reducción del mismo, se pretende aplicar métodos y estrategias para la conservación de la energía y la eficiencia energética, todo esto sin dejar de lado las condiciones de confortabilidad en el interior de las viviendas. (p. 62)

La ONU (2014, como se citó en Camones y Gomez, 2022), detalla que para el año 2030 se deben de alcanzar los siguientes objetivos:

1. Garantizar el acceso universal a unos servicios energéticos modernos
2. Duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética
3. Duplicar el porcentaje de las energías renovables en el mix energético global. (p. 74)

La sostenibilidad energética se logrará a través de una gestión eficiente del recurso energético, ello conlleva a la innovación e implementación de nuevas tecnologías y practicas sostenibles como son el uso de equipos eficientes que consumen menos energía a comparación de equipos tradicionales, de la misma forma el uso de energía renovable.

El uso de la energía renovable contribuye a la reducción del consumo de combustibles en la producción de energía. Según, Barragán y Llanes (2020) indica que “La energía renovable son aquellas que por su cantidad en relación a los consumos que los seres humanos pueden hacer

de ellas son inagotables y su propio consumo no afecta el medio ambiente” (p.38).

Gamarra et al. (2022) detalla lo siguiente:

La energía solar es una fuente de energía abundante y presente en cualquier parte del planeta; si el aprovechamiento de la energía solar se realiza de manera correcta puede llegar a representar 20 veces la energía que se almacena en las reservas de los combustibles fósiles de la Tierra. (p. 5)

#### **2.2.5.4. Sostenibilidad ambiental**

BBVA (2022), menciona que “la sostenibilidad ambiental viene hacer una gestión eficiente de recursos naturales en la actividad productiva, permitiendo su preservación para las necesidades futuras. Mantener esa sostenibilidad ahorrando energía, agua y la reducción de residuos es tarea de todos” (s/p).

De la misma forma, Osma y Ordoñez (2010), afirma que “un edificio se considere amigable con el medio ambiente cuando son diseñados y construidos según parámetros relevantes; ahorro de energía, uso de energía alternativa, reducción de CO<sub>2</sub>, moderación del agua, administración los recursos de construcción y buenas prácticas de reciclaje” (p. 104).

La sostenibilidad ambiental se medirá a través de las cargas ambientales, estas hacen referencia a aspectos ambientales mediante las emisiones al aire, vertidos al agua, suelo y residuos, de la misma forma a impactos ambientales asociados al ciclo de vida de un proyecto.

## 1. Emisiones de CO2

Saavedra (2020, como se citó en Camones y Gomez, 2022), detalla los GEI “se generan de manera directa e indirecta por la realización de diversas actividades realizadas por organizaciones públicas o privadas, al producir un producto o brindar un servicio, o por el desarrollo de un proyecto o evento” (p. 75).

El consumo de energía eléctrica se representa en Kilovatios (KWh) y la fórmula para el cálculo de emisiones de CO2, se detalla en la figura 33.

### Figura 33

*Cálculo de emisiones de CO2 por consumo de energía eléctrica*

$$\text{Emisiones (kgCO}_2\text{)} = \text{consumo de energía (unidad)} \times \text{factor de emisión (kgCO}_2\text{/unidad)}$$

*Nota.* Fuente: Tomado de (Camones y Gomez, 2022, p. 75)

El cálculo del factor de emisión de CO2, va ser depende del material o la fuente de energía correspondiente, en la tabla 16 se puede observar los factores de emisiones.

### Tabla 16

*Factores de emisión en Kg/CO2 por fuente de energía*

| <b>Fuente de energía</b> | <b>Factor</b> | <b>Unidad</b>    |
|--------------------------|---------------|------------------|
| Energía eléctrica        | 0.615         | kg/CO2/kWh       |
| GLP                      | 2.75          | kg/CO2/kilogramo |
| Diésel                   | 9.70          | kg/CO2/galón     |
| Gasolina                 | 7.90          | kg/CO2/galón     |
| Leña                     | 1.70          | kg/CO2/kilogramo |

*Nota.* Fuente: Tomado de (Camones y Gomez, 2022, p. 75)

El consumo de agua viene a ser mediada en litros o metros cúbicos, para el cálculo de las emisiones de CO2 producida por el consumo de

agua, se tendrá que tener en cuenta los factores de emisión según su tratamiento, según, Camones y Gómez (2022) se presenta en la figura 34 los factores de emisión a considerar.

### **Figura 34**

*Factores de emisión según costos energéticos de tratamiento de agua*

|                | Costes energéticos asociados a los<br>tratamientos de agua (kWh/m <sup>3</sup> ) | Factor emisión<br>asociado (kg CO <sub>2</sub> ) <sup>2</sup> |
|----------------|--|---|
| Potabilización | 0.031  | 0.01116   |
| Depuración     | 0.306  | 0.11016   |
| Total          |  | 0.12132   |

*Nota.* Fuente: Tomado de (Camones y Gomez, 2022, p. 76)

## **2.2.6. Edificaciones sostenibles en el Perú**

### **2.2.6.1. Perú GBC**

El Perú Green Building Council (Peru GBC), traducido como el Consejo De Construcción Verde en el Perú miembro del World GBC, es una organización sin fines de lucro que se dio origen en el Perú en el año 2010, que trabaja para promover la reducción de las emisiones de carbono de las edificaciones a través de la creación de edificios sostenibles y la implementación de políticas, normativas públicas o privadas que lleven a la industria de la construcción a ser una industria sustentable así mismo con responsabilidad social y medio ambiental (GBC Peru, 2023).

### **2.2.6.2. Código Técnico de Construcción sostenible**

El código Técnico de Construcción Sostenible (CTCS), aprobado mediante D.S. N°014-2021-VIVIENDA, elaborado por el MVCS, es una herramienta normativa de alcance a nivel nacional, en cumplimiento a los

compromisos asumidos por el Perú en materia de cambio climático, el CTCS fomenta la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y el aumento de la capacidad adaptativa mediante la construcción de edificaciones y habilitaciones urbanas sostenibles. Esto contribuye a mejorar la calidad de vida de las personas a través del aumento de la eficiencia hídrica y energética, mejora ambiental y un manejo eficiente de los residuos (CTCS, 2021).

### **2.2.6.3. Certificaciones Sostenibles en el Perú**

Mayer (2019), en su artículo denominado “El crecimiento de las certificaciones de construcción sostenible en el Perú”, señala que en el sector construcción se están haciendo paso las certificaciones sostenibles internacionales como LEED, EDGE, BREEAM, SITES, WELL y FITWELL, de los cuales muchas de ellas ya cuentan con proyectos certificados en sus distintas categorías y tipología de proyecto. Así mismo se indica que las certificaciones sostenibles con mayor presencia y popularidad en el Perú son LEED, EDGE y SITES.

#### **1. Certificación LEED**

El sistema de certificación internacional LEED es la primigenia de las certificaciones internacionales en el Perú, con más de 100 proyectos certificados y más de 150 proyectos en proceso de certificación. LEED sigue siendo la certificación de mayor preferencia en el mercado peruano (Mayer, 2019).

En la tabla 17 se presenta la cantidad total de edificaciones en proceso de certificación y certificadas en sus distintos niveles por LEED en el país,

de la misma manera en la figura 35 se muestra la cantidad de proyectos LEED a nivel nacional.

**Tabla 17**

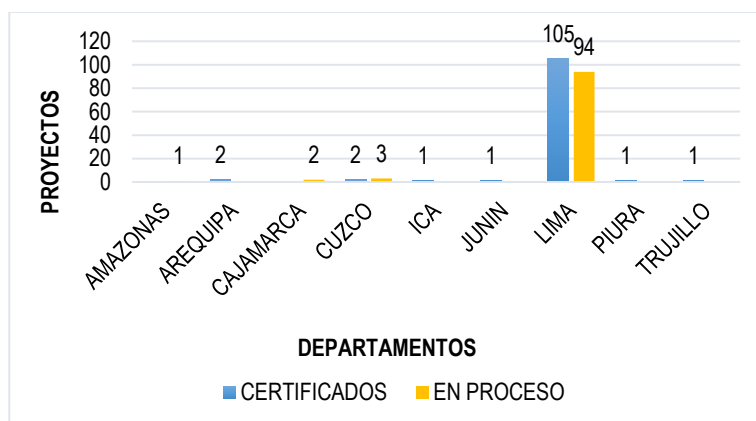
*Número de proyectos con certificación LEED en Perú*

| Nivel de Certificación LEED  | Cantidad   |
|------------------------------|------------|
| LEED Certified (Certificado) | 17         |
| LEED Silver (Plata)          | 45         |
| LEED Gold (Oro)              | 44         |
| LEED Platinum (Platino)      | 7          |
| LEED en proceso              | 100        |
| <b>Total</b>                 | <b>213</b> |

*Nota.* Fuente: Adaptado de (USGBC, 2023)

**Figura 35**

*Proyectos LEED por regiones en el Perú*

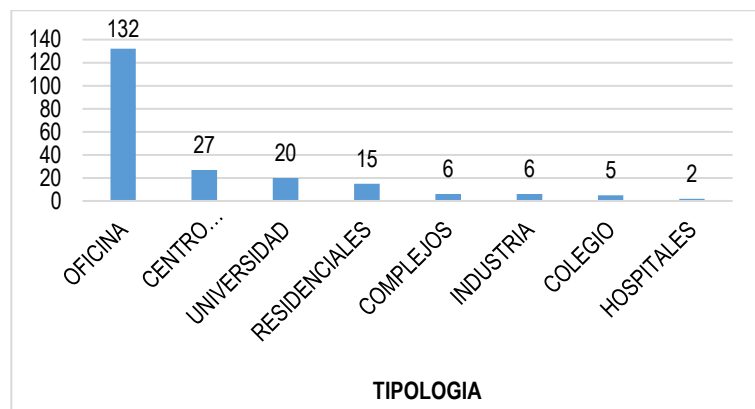


*Nota.* Fuente: Adaptado de (USGBC, 2023)

Según el tipo o uso del proyecto, la certificación LEED es más aplicado en edificaciones de usos de oficina, seguidamente de edificaciones de uso comercial, así mismo es preciso señalar que el tipo de edificación de uso educacional como universidades presenta una gran demanda, (ver figura 36).

**Figura 36**

*Tipología de proyectos de LEED en Perú*



*Nota.* Fuente: Adaptado de (USGBC, 2023)

## **2. Certificación EDGE**

EDGE es la segunda certificación de mayor demanda en el Perú, una de las causales para su crecimiento y uso son las ordenanzas de promoción de edificaciones verdes que muchos distritos en el Perú lo están implementando, en efecto es una herramienta de mayor accesibilidad y mayor preferencia (Mayer, 2019).

Actualmente en el Perú existen 46 proyectos, de los cuales el 99% de los proyectos certificados se encuentran centralizados en la capital Lima (ver tabla 18)

**Tabla 18**

*Departamentos con certificación EDGE en el Perú*

| <b>Departamento</b> | <b>Cantidad</b> |
|---------------------|-----------------|
| Lima                | 45              |
| Piura               | 1               |
| Cusco               | 1               |
| <b>Total</b>        | <b>47</b>       |

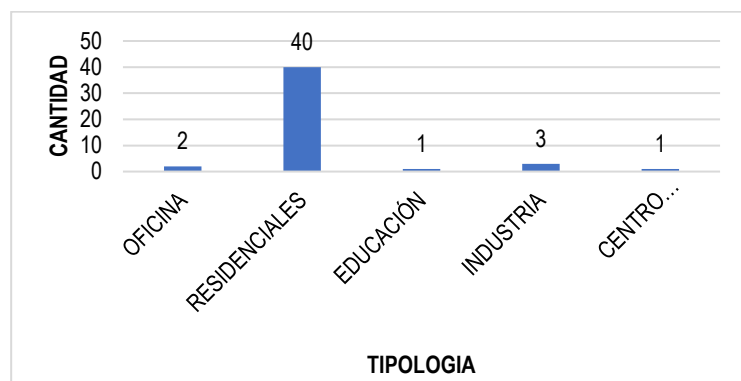
*Nota.* Fuente: Adaptado de (Edge Building, 2023)



Así mismo se menciona según el tipo o uso del proyecto, la certificación EDGE es más aplicado en edificaciones de usos residenciales con un 85 % del total, así mismo es preciso señalar que el tipo de edificación de uso educacional solo se cuenta con un proyecto certificado, (ver figura 37).

**Figura 37**

*Tipología de proyectos EDGE en el Perú*



*Nota.* Fuente: Adaptado de (Edge Building, 2023)

De los 47 proyectos que cuentan con certificación EDGE en el Perú, estas según el nivel de certificación son los siguientes:

**Tabla 19**

*Proyectos con certificación EDGE en Perú según nivel de certificación*

| Nivel de Certificación<br>EDGE | Cantidad  |
|--------------------------------|-----------|
| EDGE Preliminar                | 20        |
| EDGE Certificado               | 23        |
| EDGE Advanced                  | 4         |
| EDGE Zero Carbon               | 0         |
| <b>Total</b>                   | <b>47</b> |

*Nota.* Fuente: Adaptado de (Edge Building, 2023)

Uno de los proyectos certificados con EDGE en el Perú por tipología educativa es el Centro Tecnológico – Campus Independencia que forma

parte de la institución de Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI), certificada con “EDGE Advanced”, siendo la primera edificación en obtener ese nivel. Los alcances que logro el proyecto es un ahorro de energía en un 41%, ahorro de agua en un 33% y un ahorro de energía e incorporada en los materiales con un 51%, mediante la aplicación de soluciones como se observan en la figura 38.

**Figura 38**

*Parámetros sostenibles en el Centro Tecnológico – SENATI*

| <b>Energía</b>   | <b>agua</b>  | <b>Materiales</b>  |
|--|--|--|
| Relación reducida entre ventanas y paredes, pintura/tejas reflectantes para el techo, aislamiento del techo, vidrio revestido de baja emisividad, ventilación natural para los pasillos, un sistema de enfriamiento de volumen de refrigerante variable (VRV) e iluminación de bajo consumo en espacios internos y externos. | Inodoros de doble descarga, urinarios que ahorran agua y grifos de bajo flujo. | Losa de relleno de concreto con bloques de poliestireno para piso y techo, losa de concreto armado in situ para cubierta, bloques de arcilla alveolar con yeso y paredes internas y externas reforzadas in situ y piso de losa cerámica. |

*Nota.* Fuente: Tomado de (Edge Building, 2023)

## 2.3. Definición de términos básicos

### 2.3.1. Aguas grises

“Son aguas residuales que tuvieron un uso ligero y que pueden ser tratadas convenientemente y preparadas para ser entregadas a puntos de uso” (Lovera y Quispe, 2021 como se citó en (Camones y Gomez, 2022)).

### 2.3.2. Cambio Climático

“Cambio en el clima con el tiempo, debido a la variabilidad natural del sistema climático o como resultado de actividades humanas” (CIIFEN, s.f.).

### **2.3.3. Criterios de sostenibilidad**

“Parámetros propuestos por EDGE que consisten en la optimización de los recursos agua, energía y materiales de construcción” (Asalde y Chávez, 2020).

### **2.3.4. Construcción sostenible**

“Práctica de crear o modificar edificaciones y habilitaciones urbanas utilizando procesos eficientes y ambientalmente responsables durante todas las etapas que conforman su ciclo de vida” (Código Técnico de Construcción Sostenible, 2021).

### **2.3.5. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

“Principal gas de efecto invernadero antropógeno que afecta al equilibrio radiactivo de la Tierra” (El Grupo Intergubernamental de Expertos, 2019).

### **2.3.6. Edificación sostenible**

“Edificación diseñada y construida para que mejore su rendimiento ambiental, incremente su valor económico y desarrolle un ambiente interior saludable, aumentando la satisfacción, y por ende la productividad de sus ocupantes” (Código Técnico de Construcción Sostenible, 2021).

### **2.3.7. EDGE.**

“Sistema de certificación creado por el IFC, miembro del Grupo Banco Mundial, con el objeto de crear edificios que sean más eficientes en el uso de los recursos. Así mismo permite implementar estrategias de diseño para la reducción del consumo de energía, uso del agua y la energía incorporada en los materiales” (GBC Perú, 2023, s.p).

### **2.3.8. Edificación tradicional.**

“Los materiales y estrategias constructivas usados en la edificación son las convencionales o que se ha realizado por muchos años. Además, en la construcción y operación de estas edificaciones no se contempla el uso de criterios de sostenibilidad que les brinden una mayor eficiencia energética y un ahorro en el consumo de recursos” (Asalde y Chávez, 2020).

### **2.3.9. Eficiencia energética.**

“Se define a la metodología que busca satisfacer más necesidades con la misma cantidad de energía o las mismas necesidades con una disminución del consumo energético” (Guerrero, 2016).

### **2.3.10. Energía solar**

“Es un tipo de energía renovable que se obtiene luego de la captación de radiaciones electromagnéticas provenientes del sol. Esta puede provocar reacciones químicas o generar electricidad” (OSINERGMIN, 2019, como se citó en Camones y Gomez, 2022).

### **2.3.11. Gases de efecto invernadero.**

“Los gases de efecto invernadero son aquellos gases que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que absorben la energía infrarroja del Sol” (Garmendia et al., 2005, como se citó en Camones y Gomez, 2022).

### **2.3.12. Huella de carbono**

“La huella de carbono representa el volumen total de gases de efecto invernadero (GEI) que producen las actividades económicas y cotidianas del ser humano. Se expresan como CO<sub>2</sub> equivalente” (Asalde y Chávez, 2020).

### **2.3.13. Impacto ambiental**

“Consecuencia que sufre el medio ambiente debido a las alteraciones o perturbaciones naturales y las actividades humanas” (Vázquez Conde, 2014).

### **2.3.14. Recurso energético.**

“Uno de los recursos más vitales para la vida en el planeta es la energía. Actualmente, el desarrollo de una variedad de actividades económicas y sociales depende de los recursos energéticos” (MIDAGRI, sf., como se citó en Camones y Gomez, 2022).

### **2.3.15. Recurso hídrico.**

“El agua es un recurso esencial para todas las formas de vida y en muchas de las actividades que el hombre desarrolla para su subsistencia, como la agricultura, la ganadería y los procesos de obtención de energía” (Pradana y García, 2019, como se citó en Camones y Gomez, 2022).

### **2.3.16. Software EDGE**

“Aplicación proporcionado por EDGE para la modelación de parámetros sostenibles de una edificación, su finalidad es determinar en cuanto se puede reducir el consumo de agua, energía y materiales de una edificación base al aplicar eficiencias o criterios sostenibles recomendadas por la certificación EDGE” (Lecca y Prado, 2019).

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

Hi: El desarrollo de criterios a nivel de Certificación EDGE en la edificación existente tendrá una influencia positiva respecto a su diseño tradicional y lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

Hi<sub>1</sub>: La implementación efectiva del recurso hídrico contribuirá a lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.

Hi<sub>2</sub>: La implementación efectiva del recurso energético contribuirá a lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.

Hi<sub>3</sub>: El uso de materiales con menor energía incorporada contribuirá a lograr la aproximación hacia una edificación sostenible.

Hi<sub>4</sub>: La implementación de criterios sostenibles de Certificación EDGE aportará al beneficio ambiental de la edificación existente.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable independiente**

- Criterios de Certificación EDGE

### **2.5.2. Variable dependiente**

- Edificación sostenible

## **2.6. Definición Operacional de variables e indicadores**

La tabla 20 describe la definición operacional de variables e indicadores de la presente investigación.

**Tabla 20**

*Matriz de operacionalización de variables*

| <b>Variables</b>                       | <b>Definición Conceptual</b>  | <b>Definición operacional ¿Cómo voy a medir?</b>  | <b>Dimensión ¿Qué necesito estudiar de la variable?</b> | <b>Indicadores ¿Qué necesito Estudiar de la dimensión?</b> | <b>Unidades</b>                            | <b>Técnica/ Instrumento</b>                                     |
|--|---|---|---|--|--|---|
| <b>Criterios de Certificación EDGE</b> | “Excelencia en Diseño para Mayores Eficiencias (EDGE), presenta criterios sostenibles con el objeto en realizar edificios más eficientes optimizando diseños de forma medible evaluando los beneficios de incorporar opciones de ahorro de energía, agua y energía incorporada en materiales en los edificios”                              | La certificación EDGE alcanza a desarrollar cuidado al medio ambiente con propuestas sostenibles de gestión del recurso hídrico, gestión del recurso energético. Así mismo en el diseño y la construcción ayuda a utilizar materiales, herramientas y equipos que ayudan a lograr una edificación sostenible.                   | Recurso hídrico   | ▪ Consumo hídrico  | M <sup>3</sup> /mes<br>M <sup>3</sup> /año | Aplicación EDGE/Expediente técnico del proyecto/Hoja de Calculo |
|  |   |   | Recurso energético                                      | ▪ Consumo de energía                                       | KWh/mes<br>KWh//año                        |   |
|  |   |   | Materiales de construcción                              | ▪ Energía incorporada en los materiales                    | KgCO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup>        |   |
| <b>Edificación Sostenible</b>          | “Es una edificación que induce el uso racional de materiales y control de residuos en la construcción, de igual modo la gestión eficiente de la energía y el agua en la ejecución y operación de la edificación, que conlleve a una reducción de contaminación y se genere un impacto positivo en el medio ambiente” (Romero et al., 2020). | La sostenibilidad de la edificación se evalúa a través del desarrollo sostenible y construcción sostenible, para mejorar la calidad de vida, empleando medidas de eficiencia hídrica, eficiencia energética que generarán un ahorro en el consumo de agua y energía, de la misma forma tomando en cuenta las cargas ambientales | Sostenibilidad hídrica                                  | ▪ Ahorro del consumo hídrico                               | M <sup>3</sup> /mes<br>M <sup>3</sup> /año | Aplicación EDGE/Hoja de Cálculo/Fichas de validación            |
|  |   |   | Sostenibilidad energética                               | ▪ Ahorro del consumo energético                            | KWh/mes<br>KWh//año                        |   |
|  |   |   | Sostenibilidad ambiental                                | ▪ Emisiones de CO <sub>2</sub>                             | Kg CO <sub>2</sub> /año                    |   |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación alcanza el tipo Aplicada, según Murillo (2008, como se citó en Vargas, 2009) “la investigación aplicada recibe el nombre de investigación práctica o empírica, porque se caracteriza en la búsqueda de la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar” (p. 159).

El tipo de investigación es aplicada, porque se realizará la búsqueda de investigaciones existentes vinculados con el tema de estudio y poder implementar métodos constructivos establecidos en la sostenibilidad que propone la certificación EDGE para lograr la aproximación hacia una edificación sostenible del caso de estudio.



### **3.2. Nivel de investigación**

La investigación alcanzara el nivel descriptivo analítico, lo que implica que se describirán en detalle los criterios de sostenibilidad que el caso de estudio deberá cumplir para lograr la sostenibilidad deseada. La investigación se centrará en analizar el consumo de energía y agua, así mismo el uso de materiales con menor energía incorporada en la facultad y lograr un ahorro mínimo de 20% según EDGE.

Para llevar a cabo esta investigación descriptiva, se utilizarán métodos y técnicas de recolección de datos cuantitativos. Se medirán directamente el uso de energía y agua, y se evaluarán los datos estandarizados disponibles, estos datos permitirán tener una visión clara y precisa de la situación actual de la facultad en términos de sostenibilidad y servirán como base para proponer soluciones y mejoras.

### **3.3. Métodos de investigación**

El presente estudio desarrolla el método científico, orientado al hipotético - deductivo, ya que en el desarrollo del proyecto de investigación se realizará un procedimiento para obtener conocimientos, así mismo hipotético – deductivo porque se parte de una hipótesis y se prueba mediante la deducción. En efecto, de la presente investigación se obtendrán las conclusiones en base al desarrollo de criterios sostenibles aplicados en la edificación de estudio que es la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas.

### **3.4. Diseño de investigación**

#### **a) Diseño cuantitativo no experimental**

Es una investigación no experimental debido a que se utilizará documentación de apoyo para la sustentación de consumo en aparatos de energía, hídricos y materiales del caso de estudio y su análisis a través de una aplicación existente así mismo mediante cálculos propios. Los resultados presentados en la

investigación se dan en valores numéricos y/o porcentajes por lo cual es considerada de tipo cuantitativo.

#### **b) Prospectivo**

La investigación es prospectiva, ya que las variables a estudiar presentan la causa en el presente (edificación sin implementación de criterios sostenibles de EDGE) y presenten los efectos en el futuro (aproximación hacia una edificación sostenible).

#### **c) Transversal**

La investigación es de diseño transversal, ya que se recolecta toda la información en un determinado tiempo y único.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

En esta investigación la población está compuesta por todas las edificaciones de tipo cultural del distrito de Yanacancha, Provincia Pasco, Región Pasco.

#### **3.5.2. Muestra**

El tipo de muestra usada en la investigación es una muestra no probabilística, que según, Hernández et al. (2014, como se citó en Camones y Gomez, 2022) detalla que “Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización” (p. 90).

La muestra del presente estudio es la edificación de la facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

En la investigación, la técnica usada fue la observación directa y luego la aplicación de los lineamientos de la certificación EDGE, donde según el requerimiento del software se plantea los materiales, soluciones energéticas y soluciones hídricas.

Se investigará los antecedentes y casos de aplicación de edificaciones sostenibles, con el objeto de conocer alternativas usadas según los criterios sostenibles definidos, de la misma forma los beneficios que se obtuvieron.

#### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

Como instrumento primario será el expediente técnico del proyecto incluye (memoria descriptiva, planos de todas las especialidades, especificaciones técnicas y otros).

Se usarán las especificaciones técnicas, fichas técnicas y otros obtenidos de las empresas especializadas de los materiales, accesorios, sistemas tecnológicos y otros que sean propuestos en la investigación.

Como instrumento se considera el uso del Software EDGE, que es un aplicativo a través de su página web de acceso libre y gratuito nos permitirá predecir los ahorros obtenidos según el criterio sostenible aplicado, así mismo se obtendrá un comparativo con los modelos bases de la edificación existente para su análisis respectivo.

### **3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

#### **3.7.1. Selección de instrumentos**

La investigación posee el proyecto integral (planos y especificaciones técnicas) de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, fichas técnicas de productos y accesorios por empresas certificadas, así mismo el uso del software EDGE que permite predecir ahorros en los tres elementos principales de sostenibilidad: Energía eléctrica, sistema de agua y empleo/cambio de materiales de construcción.

#### **3.7.2. Validación de los instrumentos**

La validez de la presente investigación se determina por la validez de criterio. Según Hernández et al. (2014, como se citó en Camones y Gomez, 2022), indica que “La validez de criterio de un instrumento de medición se establece al comparar sus resultados con los de algún criterio externo que pretende medir lo mismo” (p.92).

La investigación tiene como objeto lograr la aproximación hacia una edificación sostenible a través de la sostenibilidad hídrica, sostenibilidad energética y sostenibilidad ambiental y se lograra mediante el desarrollo e implantación de criterios sostenibles en la edificación de estudio, tales como la reducción de consumo de agua, reducción de consumo de energía, uso de recursos renovables y la reducción de mediciones de gases contaminantes al medio ambiente respectivamente. Los resultados obtenidos se compararán con los resultados procedentes de otras investigaciones los cuales se consideran como antecedentes a la presente investigación.

### **3.7.3. Confiabilidad**

La información técnica del proyecto integral como: especificaciones técnicas, memorias descriptivas y planos de todas las especialidades son confiables ya que estos fueron usados en la etapa de construcción del proyecto y a la actualidad en la etapa de operación de la edificación para su confiabilidad se pudo constatar a través de una observación directa los ambientes de la edificación de la facultad de Derecho para verificar si los datos obtenidos son consistentes y confiables.

El uso de los instrumentos como el aplicativo del software EDGE es confiable ya que es usado a nivel nacional e internacional por empresas que buscan que sus proyectos sean sostenibles.

## **3.8. Técnicas y procesamiento de análisis de datos**

### **3.8.1. Procesamiento de datos**

El presente trabajo presenta el estudio de los parámetros iniciales de la edificación existente de la Facultad de Derecho de la universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, dicha información se registrará en la aplicación del software EDGE, generando el modelo base de la edificación.

De la misma forma, se registrarán en la aplicación EDGE los parámetros sostenibles propuestos para la comprobación de la eficiencia energética, eficiencia hídrica y uso de materiales en la edificación.

Algunos de los datos utilizados en la aplicación EDGE, son: Título del proyecto, ubicación, superficie total, tipo de unidad de vivienda, niveles de la edificación, área promedio de la unidad de vivienda, entre otros, los cuales en

base a los instrumentos obtenidos se realizará el llenado y el procesamiento correspondiente.

Para la presentación y publicación de los resultados, apelaremos al manejo de: gráficos, tablas y su posterior análisis e interpretación

### **3.8.2. Análisis de datos**

Con la base de datos obtenida del registro de los parámetros en la aplicación EDGE, se procede a las comparaciones entre el modelo base registrado respecto a el planteamiento de las alternativas sostenibles en el proceso constructivo y de operación de la edificación, a través del uso o implementación de productos y/o sistemas que motiven el ahorro en energía, ahorro de agua, uso de materiales con menor energía y reducción de contaminación al medio ambiente, en efecto lograr la aproximación hacia una edificación sostenible

### **3.9. Tratamiento estadístico**

La información obtenida según los instrumentos de recolección de datos y las fuentes de información, se analizarán y procesarán mediante hojas de cálculo y por la aplicación EDGE, de los cuales los resultados serán mediante un análisis comparativo plasmados en tablas y gráficos estadísticos entre los criterios sostenibles aplicados (hídricos, energéticos, materiales y emisión de GEI) y la edificación en condiciones actuales.

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

La presente investigación desarrolla una orientación ética que demuestra la sinceridad y honestidad en el proceso de elaboración de la investigación, teniendo como referencia los valores y la busca de la originalidad, se respeta la

originalidad tomando en cuenta las citas y referencias detalladas, sin existir modificación alguna.

El análisis realizado en base a la información recopilada y los resultados obtenidos son propios de la investigación. Así mismo la investigación cumple con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional “Daniel Alcides Carrión”.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Caso de estudio: Edificio de la Facultad de Derecho y Ciencias**

###### **Políticas**

###### **4.1.1.1. Ubicación del proyecto**

La presente investigación se desplegó en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Pasco, expresamente en la edificación de la Facultad de Derecho, donde se desarrolló los criterios de Certificación EDGE.

Las características de localización del proyecto indican que está ubicado en el Distrito de Yanacancha, Provincia de Pasco y Departamento Pasco, perteneciente a una región geográfica de sierra a una altitud de 4340 m.s.n.m.



La figura 39 indica que el proyecto se encuentra ubicada dentro del campus de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, específicamente en la Av. Los próceres 703, Cerro de Pasco, alcanzando un área total de 600 m<sup>2</sup> presentando un perímetro 103.10 m.

### Figura 39

#### *Ubicación del proyecto*



*Nota.* Fuente: Tomado de Google Earth

#### 4.1.1.2. Parámetros del proyecto

##### 1. Medidas perimétricas

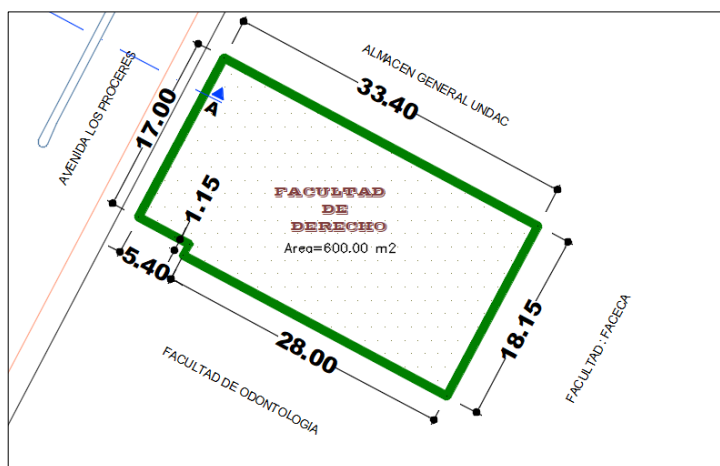
El terreno presenta forma rectangular y colinda con espacios de circulación de la universidad, a continuación, se detallan sus medidas perimétricas y colindantes, considerando la perspectiva de la edificación, como se muestra en la Figura 40:

- Por el frente (Facultad de Odontología) : 33.40 ml
- Por la izquierda (Espacio libre UNDAC) : 18.15 ml
- Por la derecha (Av. Los Próceres) : 17.00 ml

- Por el fondo (Almacén UNDAC) : 33.40 ml

### Figura 40

*Plano de medidas perimétricas del proyecto*



*Nota.* Fuente: Tomado de Planos del expediente técnico de la edificación

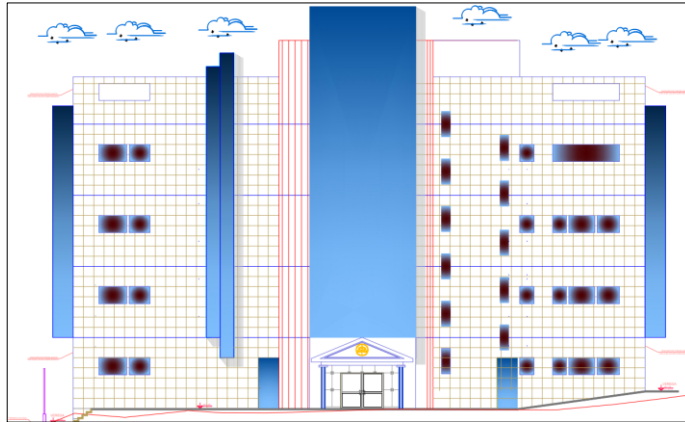
## 2. Parámetros del proyecto

La edificación es tipo cultural y de uso exclusivo de estudio superior (nivel universitario), de acuerdo a la figura 41 el proyecto cuenta con distintos tipos de ambientes, distribuidos en los 4 pisos y azotea; se presenta los parámetros básicos del proyecto en estudio:

- Altura máxima : 23.755 ml (4 pisos + azotea)
- Retiro frontal : 6.94 ml: Hacia la salida de la universidad
- Clima : Frio seco, con una temperatura promedio anual de 15° C (máxima 21° C y mínima -2° C) la temporada de lluvias es de octubre a marzo, siendo los meses de mayor precipitación pluvial los meses de Noviembre a Marzo y los meses de mayor radiación solar de Mayo a Agosto.
- Zona bioclimática : Altoandino – Zona 5

**Figura 41**

*Elevación frontal de la Facultad de Derecho*



*Nota.* Fuente: Tomado de Planos del expediente técnico de la edificación

En tanto la figura 42 muestra la edificación actual de la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

**Figura 42**

*Vista de fachada principal de la Facultad de Derecho*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia

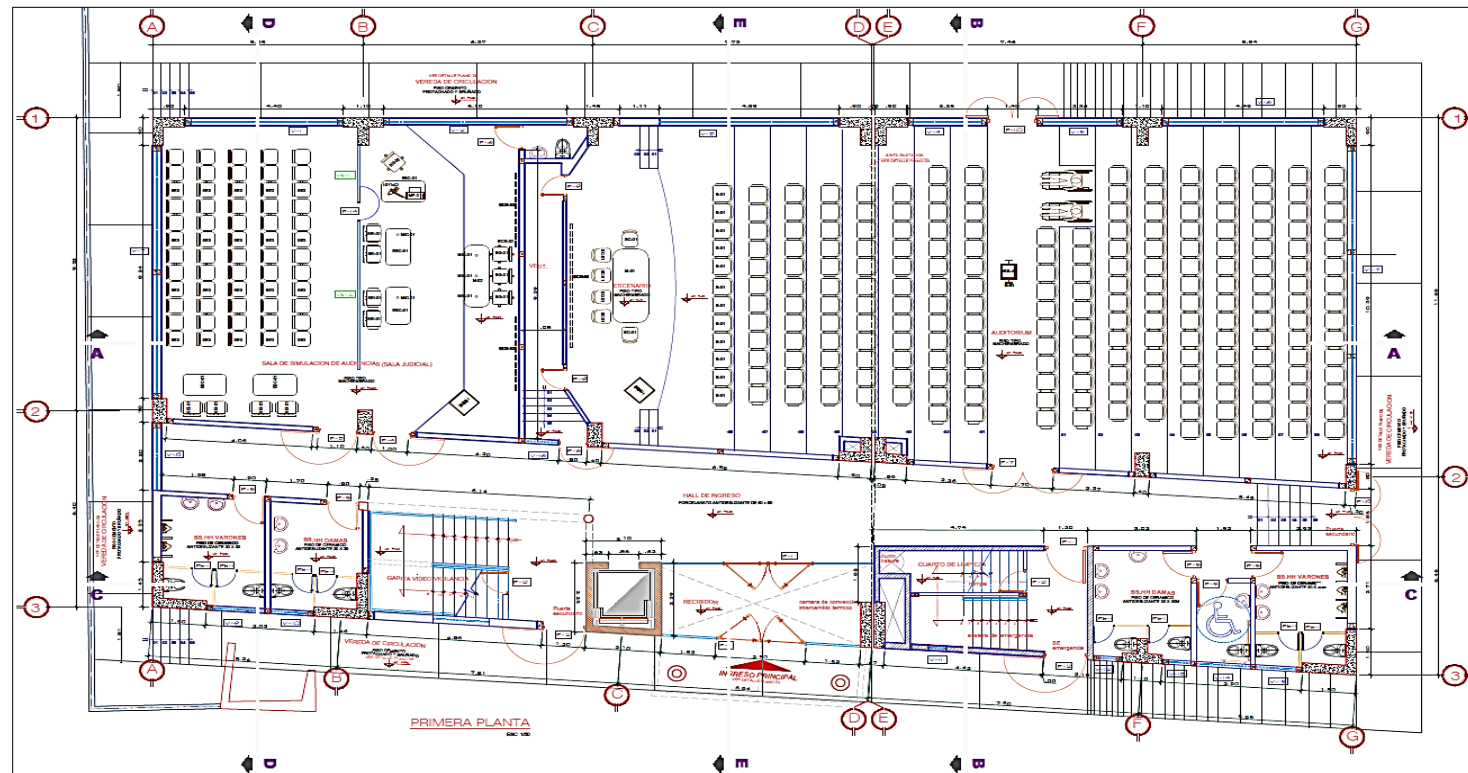
### **3. Descripción del proyecto**

Se describirá los ambientes y usos por nivel de la edificación de la Facultad de Derecho y ciencias Políticas:

La figura 43 describe el Primer nivel de la edificación: recibidor, Auditorium, Sala judicial, caja de escalera, ascensor, escalera de emergencias y SSHH. El primer nivel cuenta con un área de 576.10 m<sup>2</sup>.

**Figura 43**

*Planta del primer nivel de la edificación de estudio*

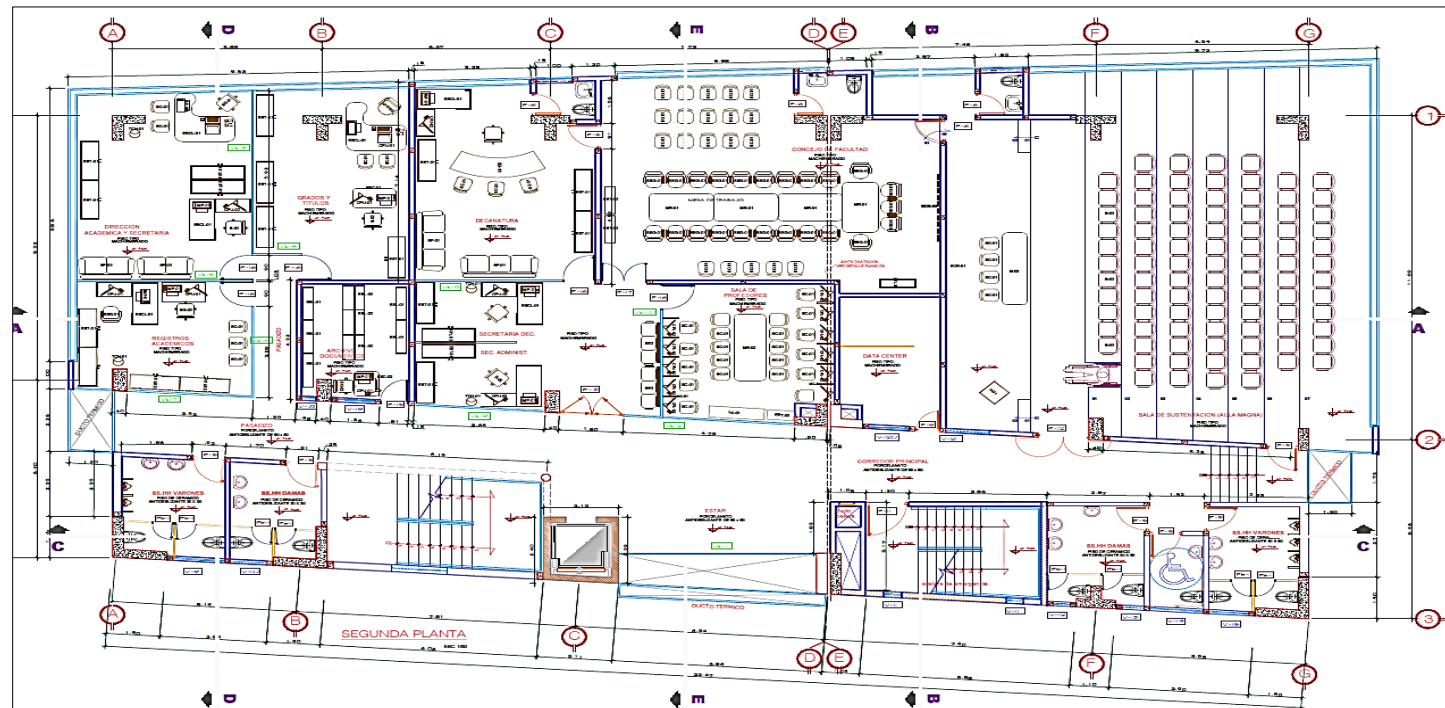


*Nota.* Fuente: Tomado de Planos del expediente técnico de la Facultad de Derecho

La Figura 44 muestra la distribución del segundo nivel de la edificación: Registros Académicos, Dirección Académica, Archivos, Grados y Títulos, Decanatura, Consejo de Facultad, Data Center, Aula magna y SSHH. El área construida alcanza 557.40 m<sup>2</sup>.

**Figura 44**

*Planta del segundo nivel de la edificación de estudio*

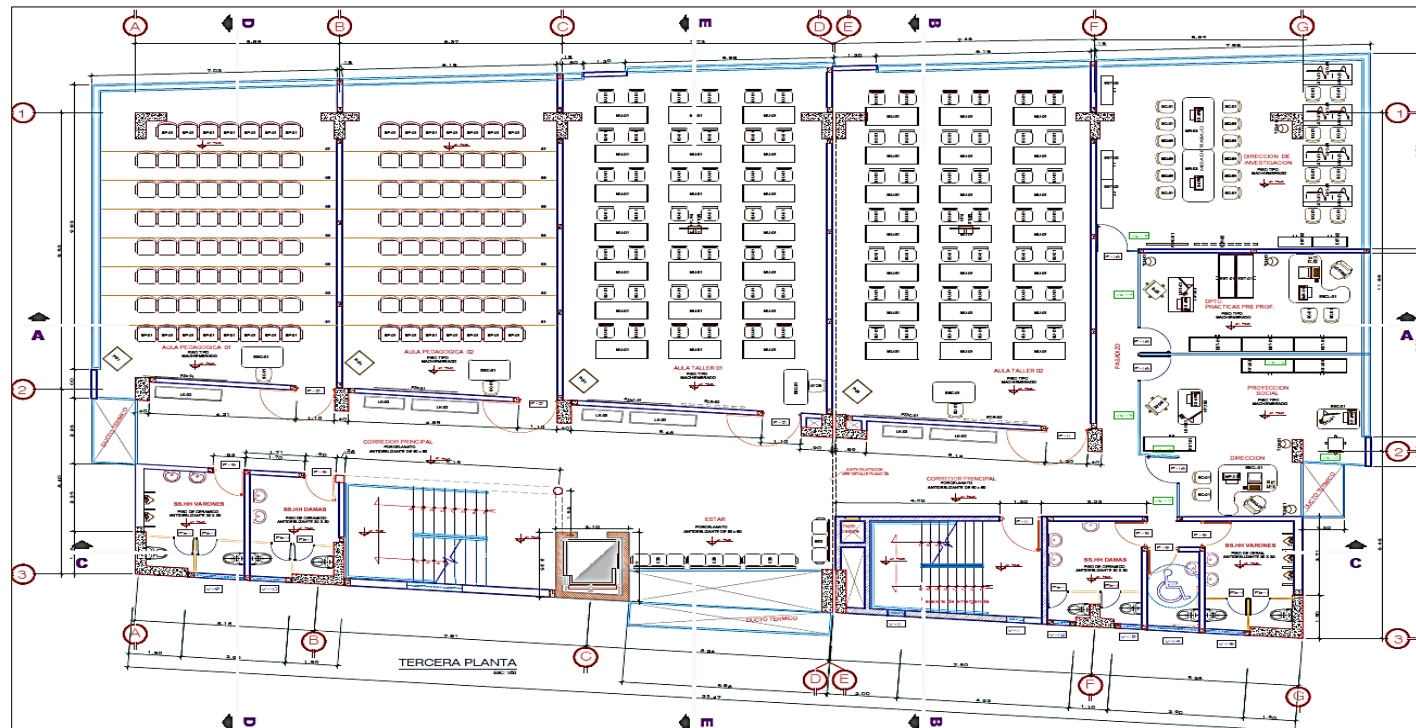


*Nota.* Fuente: Tomado de Planos del expediente técnico de la facultad de Derecho

La Figura 45 muestra la distribución del Tercer nivel: 2 Aulas pedagógicas, 2 Aulas de Taller, Aula de Investigación, Oficina de Prácticas, Proyección Social, Dirección, Estar, Escalera, Ascensor, Escalera de emergencias y SSHH, alcanzando un área de 557.40 m<sup>2</sup>.

**Figura 45**

*Planta del tercer nivel de la edificación de estudio*

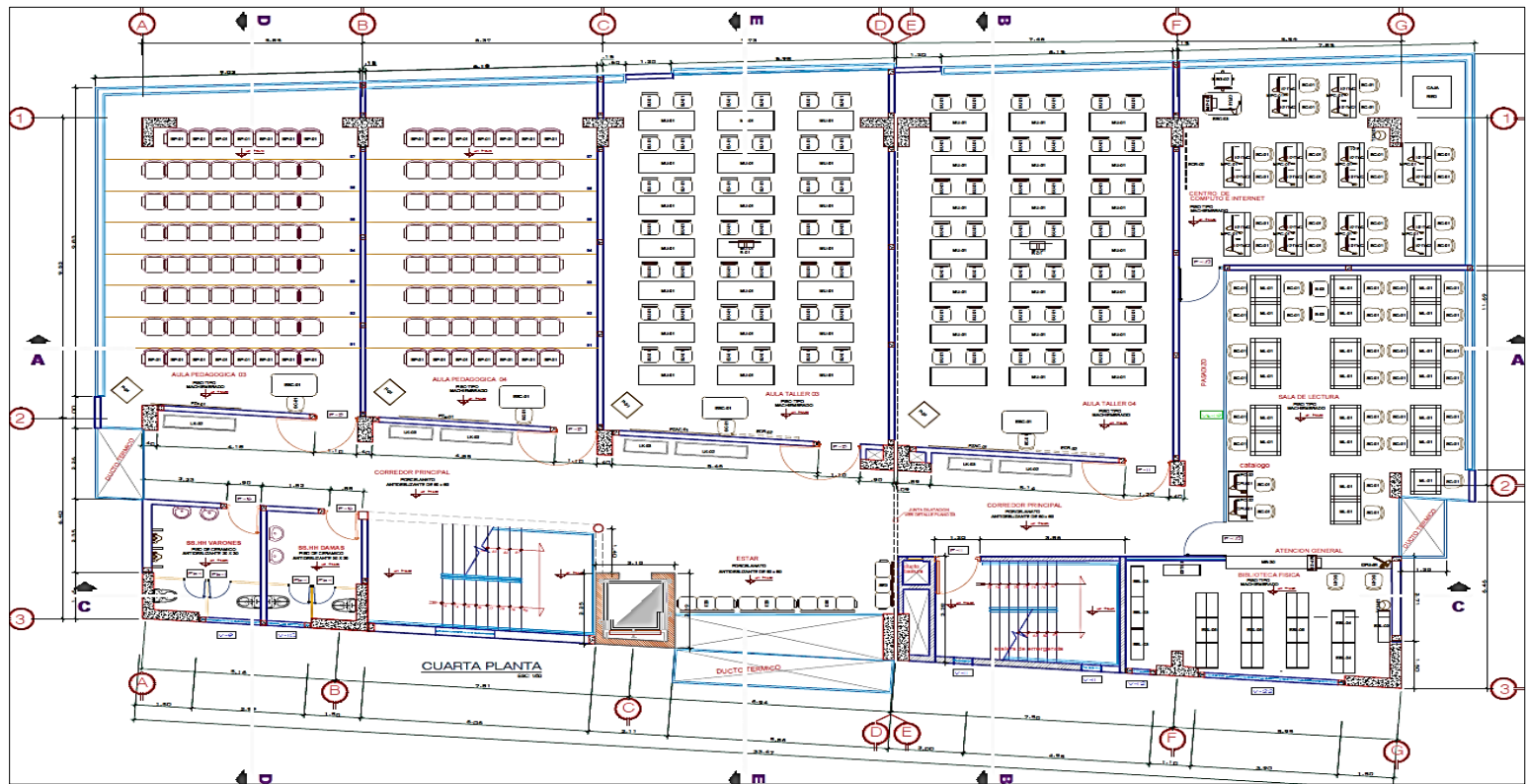


*Nota.* Fuente: Tomado de Planos del expediente técnico de la facultad de Derecho

La Figura 46 muestra la distribución del Cuarto Nivel: 2 Aulas pedagógicas, 2 Aulas de Taller, Salón de Lectura y Sala de Cómputo, Escalera principal, Ascensor, Escalera de emergencias y SSHH. El área de construcción alcanza 557.40 m<sup>2</sup>.

**Figura 46**

*Planta del cuarto nivel de la edificación de estudio*

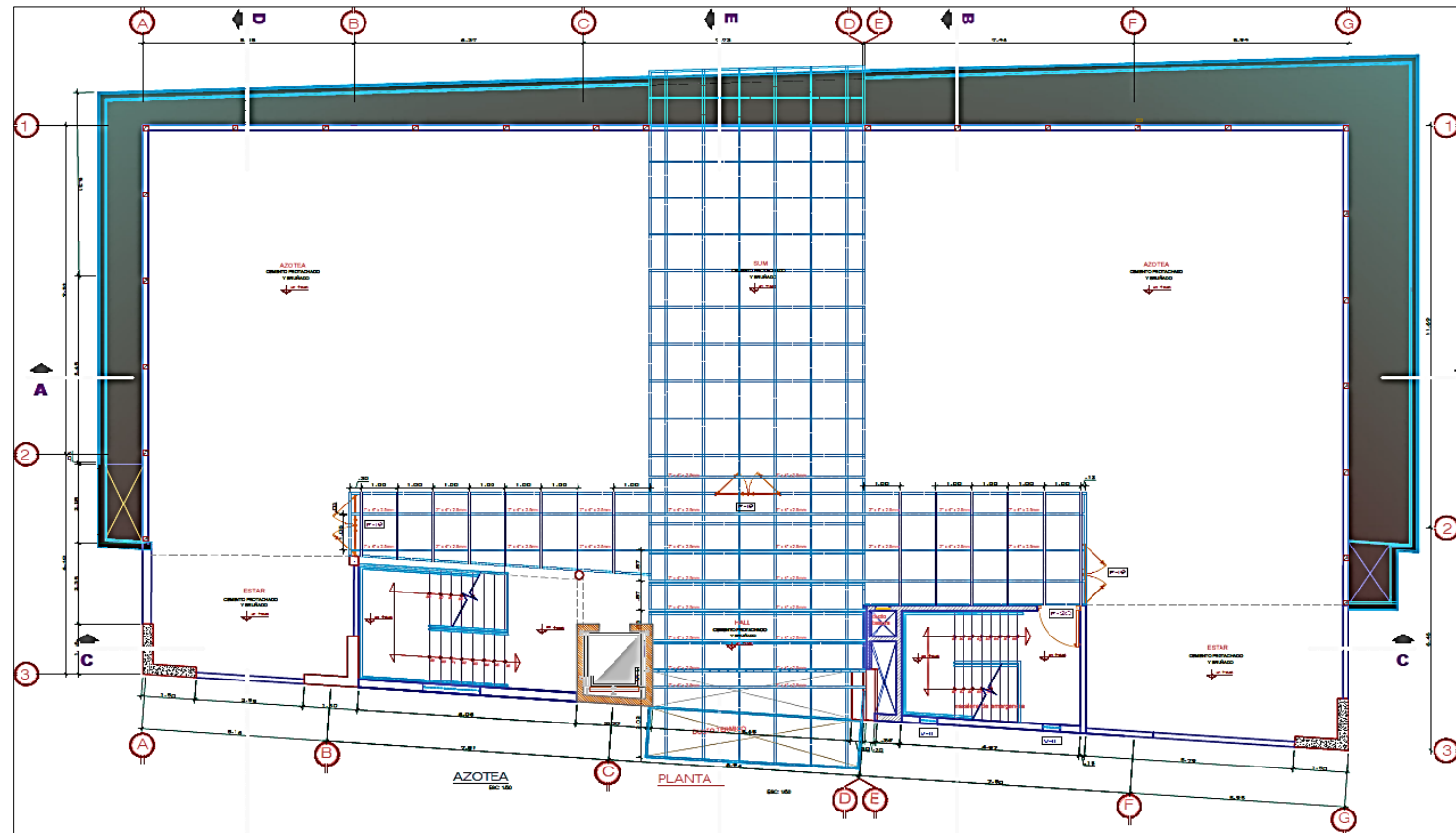


*Nota.* Fuente: Tomado de Planos del expediente técnico de la facultad de Derecho.

La figura 47, se muestra la planta de la azotea con un área de 568.60 m<sup>2</sup>.

**Figura 47**

*Planta de la azotea de la edificación de estudio*



*Nota.* Fuente: Tomado de Planos del expediente técnico de la facultad de Derecho



En la tabla 21 se detalla, la descripción y área techada de ambientes de la edificación:

**Tabla 21**

*Área techada de ambientes de la edificación*

| <b>Nivel</b>  | <b>Descripción</b>  | <b>Área (m<sup>2</sup>)</b> |
|---------------|---|-----------------------------|
| Primer Nivel  | Recibidor   | 13.24 m <sup>2</sup>        |
|               | SS.HH. Varones (12.93 m <sup>2</sup> y 11.38m <sup>2</sup> )  | 24.31 m <sup>2</sup>        |
|               | SS.HH. Damas (13.25 m <sup>2</sup> , 12.05 m <sup>2</sup> )   | 25.30 m <sup>2</sup>        |
|               | Auditórium  | 261.03 m <sup>2</sup>       |
|               | Sala Judicial   | 97.31 m <sup>2</sup>        |
| Segundo Nivel | Registros académicos  | 19.18 m <sup>2</sup>        |
|               | Dirección Académica y secretaria                              | 25.20 m <sup>2</sup>        |
|               | Archivo Documentos  | 16.14 m <sup>2</sup>        |
|               | Grados y Títulos  | 20.19 m <sup>2</sup>        |
|               | Decanatura  | 26.25 m <sup>2</sup>        |
|               | Secretaria  | 23.26 m <sup>2</sup>        |
|               | Consejo de Facultad   | 65.35 m <sup>2</sup>        |
|               | Sala de Profesores  | 25.58 m <sup>2</sup>        |
|               | Data Center   | 15.69 m <sup>2</sup>        |
|               | Aula Magna  | 258.35 m <sup>2</sup>       |
|               | SS.HH. Damas (13.25 m <sup>2</sup> , 12.05 m <sup>2</sup> )   | 25.30 m <sup>2</sup>        |
|               | SS.HH. Varones (12.93 m <sup>2</sup> , 11.38 m <sup>2</sup> ) | 24.31 m <sup>2</sup>        |
| Estar         | 16.32 m <sup>2</sup>  |                             |
| Tercer Nivel  | Aula pedagógica 01 y 02 (68.54 m <sup>2</sup> )               | 137.08 m <sup>2</sup>       |
|               | Aula Taller 01 y 02 (87.47 m <sup>2</sup> )                   | 174.94 m <sup>2</sup>       |
|               | Dirección e investigación                                     | 38.49 m <sup>2</sup>        |
|               | Departamento de prácticas pre profesionales                   | 23.26 m <sup>2</sup>        |
|               | Proyección Social   | 22.36 m <sup>2</sup>        |
|               | Dirección   | 12.39 m <sup>2</sup>        |
|               | SS.HH. Damas  | 25.30 m <sup>2</sup>        |
|               | SS.HH. Varones  | 24.31 m <sup>2</sup>        |
|               | Estar   | 16.32 m <sup>2</sup>        |
| Cuarto Nivel  | Aula pedagógica 03 y 04 (68.54 m <sup>2</sup> )               | 137.08 m <sup>2</sup>       |
|               | Aula Taller 03 y 04 (87.47 m <sup>2</sup> )                   | 174.94 m <sup>2</sup>       |
|               | Centro de computo   | 50.25 m <sup>2</sup>        |
|               | Sala de Lectura   | 45.58 m <sup>2</sup>        |
|               | Biblioteca física   | 35.69 m <sup>2</sup>        |
|               | SS.HH. Damas  | 12.05 m <sup>2</sup>        |
|               | SS.HH. Varones  | 11.38 m <sup>2</sup>        |
| Azotea        | Sum   | 100.27 m <sup>2</sup>       |
|               | Estar 01  | 19.40 m <sup>2</sup>        |
|               | Estar 02  | 27.13 m <sup>2</sup>        |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.1.3. Procesamiento del modelo base**

Los datos que se registran en la aplicación EDGE correspondiente al proyecto base (Facultad de Derecho “UNDAC”). El área promedio de la edificación siguiendo los resultados de área techada por cada nivel alcanza el valor de 480.93 m<sup>2</sup>. El número de pisos, según los datos obtenidos de los planos de la edificación de la Facultad de Derecho, son de 4 pisos + azotea.

En la tabla 22 se presenta los datos de entrada que se registrarán en el aplicativo EDGE de procedentes de los instrumentos básicos de donde se obtuvieron la información del proyecto, de la misma forma de los cálculos de consumo cálculo del consumo hídrico inicial y consumo energético inicial.

**Tabla 22**

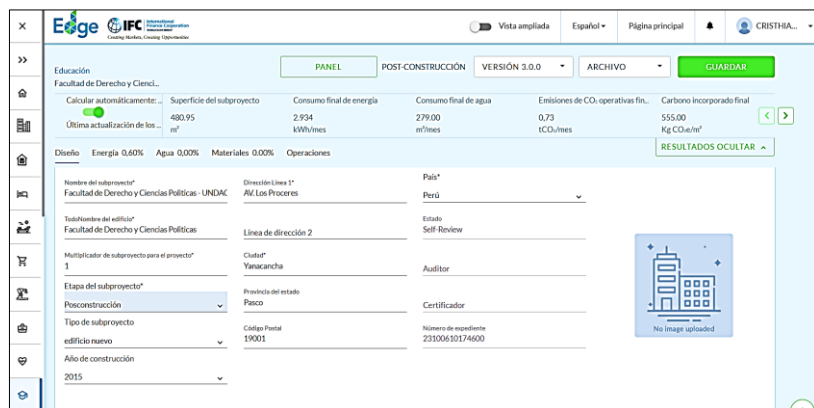
*Datos de entrada al aplicativo EDGE*

| <b>Descripción</b>                   |                      | <b>Datos de registro</b>     |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| Superficie total del proyecto        |                      | 480.93 m <sup>2</sup>        |
| Etapa de certificación               |                      | Post construcción            |
| Consumo anual medido de electricidad |                      | 251,595.57 kWh/año           |
| Consumo anual medido de agua         |                      | 2,731.85 m <sup>3</sup> /año |
| Cantidad de pisos                    |                      | 04 pisos                     |
| Altura de entrepiso                  |                      | 4.20 m                       |
| Detalles Operativos                  | Días hábiles         | 6 días/semana                |
|                                      | Cantidad de feriados | 16 días/año                  |
| Horas de funcionamiento              |                      | 14 horas/día                 |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Figura 48**

*Interfaz de aplicación EDGE*



*Nota.* Fuente: Aplicación EDGE V3.0

Para la obtención de los valores de consumo anual del recurso hídrico y energético, se tomaron en cuenta las especificaciones de los aparatos y accesorios según lo indicado en las especificaciones, planos de la edificación y otros.

### 1. Cálculo del consumo hídrico base

El cálculo del consumo hídrico en condiciones iniciales, se determina según el número de veces que se utiliza cada accesorio/día/persona, considerando la cantidad de aparatos existentes en la edificación, en la tabla 23 se muestra la cantidad de aparatos sanitarios por nivel:

**Tabla 23**

*Cantidad de aparatos sanitarios por nivel*

| Nivel         | Aparato sanitario |           |           | Total por nivel |
|---------------|-------------------|-----------|-----------|-----------------|
|               | Lavatorio         | Urinario  | Inodoro   |                 |
| Primer Nivel  | 11                | 5         | 10        | 26              |
| Segundo Nivel | 13                | 5         | 12        | 30              |
| Tercer Nivel  | 10                | 5         | 9         | 24              |
| Cuarto Nivel  | 4                 | 2         | 4         | 10              |
| <b>Total</b>  | <b>38</b>         | <b>17</b> | <b>35</b> | <b>90</b>       |

*Nota.* Fuente: Elaboración Propia

El uso de cada aparato sanitario se realizará en un promedio de 03 usos por persona por día, por lo cual se calculará un aproximado de cantidad de personas entre alumnos y administrativos por día, así mismo de la cantidad de personas se considera que el 70 % del total son varones y el 30% son damas, lo que nos permitirá un cálculo más real de la edificación, ver tabla24.

**Tabla 24**

*Cálculo de uso de aparatos sanitarios por persona por día y nivel*

| Nivel         | Tipo de aparato sanitario | Número de personas | Usos por persona por día | Usos totales por día |
|---------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|
| Primer nivel  | Grifo de Lavatorio        | 23                 | 3                        | 69                   |
|               | Urinario                  | 16                 | 3                        | 48                   |
|               | Inodoro                   | 15                 | 3                        | 45                   |
| Segundo nivel | Grifo de Lavatorio        | 32                 | 3                        | 96                   |
|               | Urinario                  | 22                 | 3                        | 66                   |
|               | Inodoro                   | 21                 | 3                        | 63                   |
| Tercer nivel  | Grifo de Lavatorio        | 93                 | 3                        | 279                  |
|               | Urinario                  | 65                 | 3                        | 195                  |
|               | Inodoro                   | 60                 | 3                        | 180                  |
| Cuarto nivel  | Grifo de Lavatorio        | 111                | 3                        | 333                  |
|               | Urinario                  | 78                 | 3                        | 234                  |
|               | Inodoro                   | 72                 | 3                        | 216                  |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se presenta el uso total de aparatos sanitarios por día de la edificación.

**Tabla 25**

*Uso total de aparatos sanitarios por día de la edificación*

| Tipo de aparato sanitario | Usos totales por día |
|---------------------------|----------------------|
| Grifo de Lavatorio        | 777 usos/día         |
| Urinario                  | 543 usos/día         |
| Inodoro                   | 504 usos/día         |
| Total                     | 1,824 usos/día       |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del uso de la cantidad de agua consumida, se detalla las especificaciones de consumo de cada aparato sanitario tradicional usado en la edificación, como se muestra en la tabla 26.

**Tabla 26**

*Especificaciones de aparatos sanitarios existentes*

| <b>Accesorio para uso público</b> | <b>Especificaciones base</b> |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Grifo de Lavatorio                | 8.3 lts/uso/minuto           |
| Urinario                          | 2.0 lts/descarga             |
| Inodoro                           | 6.0 lts/descarga             |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En base a la tabla 25 y tabla 26, se calcula el consumo total de agua de los aparatos sanitarios existentes en la edificación en condiciones iniciales y existentes.

**Tabla 27**

*Consumo de agua de aparatos sanitarios en condiciones iniciales*

| <b>Tipo de aparato sanitario</b> | <b>Especificaciones base</b>                    | <b>Uso total por día</b> | <b>Litros consumidos por día (lts/día)</b> |
|----------------------------------|---|--------------------------|--|
| Grifo de Lavatorio               | 8.3 litros por minuto a 4.22 kg/cm <sup>2</sup> | 777                      | 6,449.10                                   |
| Urinario                         | 2 litros por descarga                           | 543                      | 1,086.00                                   |
| Inodoro                          | 6 litros por descarga                           | 504                      | 3,024.00                                   |
| <b>Total (Lts/día)</b>           |   |                          | <b>10,559.10</b>                           |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Se tuvo un resultado de 10,559.10 lts/día y al mes se considerará 24 días de uso, por lo cual el consumo es de 253,418.40 lts/mes. La Tabla 28, presenta el porcentaje de consumo de agua por mes en base a SENASA,

donde se muestra el factor de cada mes de consumo de agua (lts y m3) durante todo el año en condiciones iniciales.

**Tabla 28**

*Consumo anual generado en condiciones iniciales*

| <b>Mes</b>   | <b>Porcentaje</b> | <b>Consumo de agua (lts/mes)</b> |
|--------------|-------------------|----------------------------------|
| Enero        | 92%               | 233,144.93                       |
| Febrero      | 77%               | 195,132.17                       |
| Marzo        | 80%               | 202,734.72                       |
| Abril        | 100%              | 253,418.40                       |
| Mayo         | 88%               | 223,008.19                       |
| Junio        | 82%               | 207,803.09                       |
| Julio        | 87%               | 220,474.01                       |
| Agosto       | 79%               | 200,200.54                       |
| Septiembre   | 88%               | 223,008.19                       |
| Octubre      | 90%               | 228,076.56                       |
| Noviembre    | 95%               | 240,747.48                       |
| Diciembre    | 120%              | 304,102.08                       |
| <b>Total</b> |                   | <b>2'731,850.35 lts/año</b>      |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Se indica que por año se consume aproximadamente 2'731,850.35 litros de agua equivalente a **2,731.85 m3 de consumo de agua al año**, mediante este manejo del recurso hídrico, se demuestra que es un nivel muy alto y que necesita ser reducido para lograr la aproximación hacia una edificación sostenible.

## **2. Cálculo del consumo energético base**

El cálculo del consumo de energía en la edificación en condiciones iniciales, se partirá como base el cálculo de energía eléctrica de las luminarias existentes, en base a la potencia (W) de cada aparato extraído de las especificaciones técnicas del proyecto (ver figura 49) y la cantidad de horas de consumo según la operatividad de la edificación.

**Tabla 29**

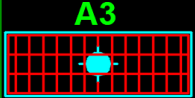


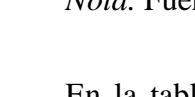
*Potencia de dispositivo eléctricos (W) en condiciones iniciales*

| <b>Dispositivo eléctrico</b> | <b>Potencia (w)</b> |
|------------------------------|---------------------|
| Luminaria Pantalla T-A3      | 108                 |
| Luminaria Pantalla T-A2      | 72                  |
| Luminaria Circular T-C       | 18                  |
| Luminaria Circular T-B       | 52                  |

*Nota.* Fuente: Adaptado de Plano de II.EE. del expediente técnico.

**Figura 49**

*Especificaciones técnicas de luminarias existentes*

|   |   |
|---|---|
|    | LUMINARIA CON PANTALLA FABRICADA EN PLANCHA DE ACERO LAMINADO EN FRIO TROQUELADAS Y DE CABECERAS SOLDADAS ESMALTADA AL HORNO EN COLOR BLANCO CON 3 LAMP. DE 36 W, SIMILAR AL MODELO RAS-A DE JOSFEL 0.45x1.20m.                   |
|    | LUMINARIA CON PANTALLA FABRICADA EN PLANCHA DE ACERO LAMINADO EN FRIO TROQUELADAS Y DE CABECERAS SOLDADAS ESMALTADA AL HORNO EN COLOR BLANCO CON 2 LAMP. DE 36 W, SIMILAR AL MODELO RAS-A DE JOSFEL 0.30x1.20m.                   |
|  | LUMINARIA DE SECCION CIRCULAR, CON DIFUSOR MOLDEADO EN ACRILICO, MARCO DE PLANCHA DE ACERO FOSFATIZADO; LA PANTALLA INTERIOR ESMALTADA EN COLOR BLANCO SECADO AL HORNO EQUIPADA CON UNA LAMPARA DE 18 W, MODELO GALAXIE DE JOSFEL |
|  | LUMINARIA DE SECCION CIRCULAR, CON REFLECTOR ENVOLVENTE FACETADO DE ALUMINIO, DE UNA SOLA PIEZA EMBUTIDA. EQUIPADA CON DOS LAMPARAS TCD DE 26W, SIMILAR AL MODELO ALPHA SPOT H205 ADOSADO, DE LA MARCA JOSFEL                     |

*Nota.* Fuente: Tomado de Plano de II.EE. del expediente técnico.

En la tabla 30, se cuantifica la cantidad de puntos energéticos y la cantidad de luminarias que se encuentran en el primer nivel. La tabla 31 presenta el consumo energético mensual del primer nivel en luminarias en un periodo de 24 días hábiles por mes y un tiempo de uso por día de 6 horas.

**Tabla 30***Cuantificación de dispositivos eléctricos – Primer nivel*

| Ambiente                         | Tablero de Distribución | Tomacorrientes  |                   | Luminarias    |               |              |              |   |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|---|
|                                  |                         | Doble Universal | Secadora de Manos | Pantalla T-A3 | Pantalla T-A2 | Circular T-C | Circular T-B |   |
| Sala de simulación de audiencias | 1                       | 16              |                   | 12            |               | 1            |              |   |
| Auditorio                        |                         | 17              |                   | 20            |               |              | 5            |   |
| Vestidor                         |                         | 2               |                   |               |               | 2            |              |   |
| SS.HH. Varones                   |                         |                 |                   | 2             |               | 5            |              |   |
| SS.HH. Damas                     |                         |                 |                   | 2             |               | 4            |              |   |
| Escalera                         |                         | 4               |                   |               | 4             | 2            |              |   |
| Pasadizo                         |                         | 6               |                   |               | 5             |              | 3            |   |
| <b>Total</b>                     |                         |                 | 45                | 4             | 32            | 18           | 5            | 8 |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia**Tabla 31***Consumo energético inicial en luminarias – Primer nivel*

| Dispositivos eléctricos | Cantidad (1) | Consumo por hora (W/h) (2) | Tiempo de uso por día (h) (3) | Consumo por día (Wh/día) (4=1*2*3) | Consumo por Mes (KWh/mes) (5=4*24días) |
|-------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| Luminaria Pantalla T-A3 | 32           | 108                        | 6                             | 20,736                             | 497.66                                 |
| Luminaria Pantalla T-A2 | 18           | 72                         | 6                             | 7,776                              | 186.62                                 |
| Luminaria Circular T-C  | 5            | 18                         | 6                             | 540                                | 12.96                                  |
| Luminaria Circular T-B  | 8            | 52                         | 6                             | 2,496                              | 59.90                                  |
| <b>Total por Mes</b>    |              |                            |                               |                                    | <b>757.14 KWh/mes</b>                  |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32, se cuantifica la cantidad de puntos energéticos y la cantidad de luminarias que se encuentran en el segundo nivel. La tabla 33 presenta el consumo energético mensual del segundo nivel en luminarias en un periodo de 24 días hábiles por mes y un tiempo de uso por día de 6 horas.



**Tabla 32***Cuantificación de dispositivos eléctricos – Segundo nivel*

| Ambiente                         | Tablero de Distribución | Tomacorrientes  |                   | Luminarias    |               |              |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|
|                                  |                         | Doble Universal | Secadora de Manos | Pantalla T-A3 | Pantalla T-A2 | Circular T-C |
| Dirección Académica y secretaria |                         | 6               |                   | 4             |               |              |
| Registros Académicos             |                         | 5               |                   | 2             |               |              |
| Grados y Títulos                 |                         | 8               |                   | 4             |               |              |
| Archivos documentos              |                         | 4               |                   | 2             |               |              |
| Decanatura                       |                         | 7               |                   | 3             |               | 1            |
| Secretaria de Decanatura         |                         | 7               |                   | 4             |               |              |
| Sala de profesores               | 2                       | 16              |                   | 4             |               |              |
| Consejo de facultad              |                         | 18              |                   | 8             |               | 1            |
| Data Center                      |                         | 3               |                   | 2             |               |              |
| Sala de sustentación             |                         | 31              |                   | 19            |               | 2            |
| SSHH Varones                     |                         | 0               | 2                 |               | 5             |              |
| SSHH Damas                       |                         | 0               | 2                 |               | 4             |              |
| Escalera                         |                         | 2               |                   |               | 4             |              |
| Pasadizo                         |                         | 7               |                   |               | 6             |              |
| <b>Total</b>                     |                         | 114             | 4                 | 52            | 19            | 4            |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia**Tabla 33***Consumo energético inicial en luminarias – Segundo nivel*

| Dispositivos eléctricos | Cantidad (1) | Consumo por hora (W/h) (2) | Tiempo de uso por día (h) (3) | Consumo por día (Wh/día) (4=1*2*3) | Consumo por Mes (KWh/mes) (5=4*24días) |
|-------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| Luminaria Pantalla T-A3 | 52           | 108                        | 6                             | 33,696                             | 808.70                                 |
| Luminaria Pantalla T-A2 | 19           | 72                         | 6                             | 8,208                              | 196.99                                 |
| Luminaria Circular T-C  | 4            | 18                         | 6                             | 432                                | 10.37                                  |
| <b>Total por Mes</b>    |              |                            |                               |                                    | <b>1,016.06 KWh/mes</b>                |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En la tabla 34, se cuantifica la cantidad de puntos energéticos y la cantidad de luminarias que se encuentran en el tercer nivel. La tabla 35 presenta el consumo energético mensual del tercer nivel en luminarias en un periodo de 24 días hábiles por mes y un tiempo de uso por día de 6 horas.

**Tabla 34***Cuantificación de dispositivos eléctricos – Tercer nivel*

| Ambiente                                | Tablero de Distribución | Tomacorrientes  |                   | Luminarias    |               |
|---|-------------------------|-----------------|-------------------|---------------|---------------|
|   |                         | Doble Universal | Secadora de Manos | Pantalla T-A3 | Pantalla T-A2 |
| Aula Pedagógica 1                       |                         | 20              |                   | 9             |               |
| Aula Pedagógica 2                       |                         | 20              |                   | 8             |               |
| Aula Taller 1                           |                         | 27              |                   | 12            |               |
| Aula Taller 2                           |                         | 27              |                   | 15            |               |
| Dirección de investigación              |                         | 17              |                   | 5             |               |
| Departamento prácticas preprofesionales | 3                       | 4               |                   | 3             |               |
| Proyección social                       |                         | 4               |                   | 3             |               |
| Dirección                               |                         | 1               |                   | 1             |               |
| SSHH Varones                            |                         |                 | 2                 |               | 5             |
| SSHH Damas                              |                         |                 | 2                 |               | 4             |
| Escalera                                |                         | 2               |                   |               | 4             |
| Pasadizo                                |                         | 10              |                   |               | 6             |
| <b>Total</b>                            |                         | 132             | 4                 | 56            | 19            |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia**Tabla 35***Consumo energético inicial en luminarias – Tercer nivel*

| Dispositivos eléctricos | Cantidad (1) | Consumo por hora (W/h) (2) | Tiempo de uso por día (h) (3) | Consumo por día (Wh/día) (4=1*2*3) | Consumo por Mes (KWh/mes) (5=4*24días) |
|-------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| Luminaria Pantalla T-A3 | 56           | 108                        | 6                             | 36,288                             | 870.91                                 |
| Luminaria Pantalla T-A2 | 19           | 72                         | 6                             | 8,208                              | 196.99                                 |
| <b>Total por Mes</b>    |              |                            |                               |                                    | <b>1,067.90 KWh/mes</b>                |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En la tabla 36, se cuantifica la cantidad de puntos energéticos y la cantidad de luminarias que se encuentran en el cuarto nivel. La tabla 37 presenta el consumo energético mensual del cuarto nivel en luminarias en un periodo de 24 días hábiles por mes y un tiempo de uso por día de 6 horas.

**Tabla 36***Cuantificación de dispositivos eléctricos – Cuarto nivel*

| Ambiente                     | Tablero de Distribución | Tomacorrientes  |                   | Luminarias    |               |
|------------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|---------------|---------------|
|                              |                         | Doble Universal | Secadora de Manos | Pantalla T-A3 | Pantalla T-A2 |
| Aula Pedagógica 3            |                         | 20              |                   | 9             |               |
| Aula Pedagógica 4            |                         | 20              |                   | 8             |               |
| Aula Taller 3                |                         | 27              |                   | 12            |               |
| Aula Taller 4                |                         | 27              |                   | 15            |               |
| Centro de cómputo e Internet |                         | 26              |                   | 5             |               |
| Sala de lectura              | 4                       | 6               |                   | 7             |               |
| Biblioteca                   |                         | 3               |                   | 6             |               |
| SSHH Varones                 |                         |                 | 1                 |               | 2             |
| SSHH Damas                   |                         |                 | 1                 |               | 2             |
| Escalera                     |                         | 2               |                   |               | 4             |
| Pasadizo                     |                         | 8               |                   |               | 6             |
| <b>Total</b>                 |                         | 139             | 2                 | 62            | 14            |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia**Tabla 37***Consumo energético inicial en luminarias – Cuarto nivel*

| Dispositivos eléctricos | Cantidad (1) | Consumo por hora (W/h) (2) | Tiempo de uso por día (h) (3) | Consumo por día (Wh/día) (4=1*2*3) | Consumo por Mes (KWh/mes) (5=4*24días) |
|-------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| Luminaria Pantalla T-A3 | 62           | 108                        | 6                             | 40,176                             | 964.22                                 |
| Luminaria Pantalla T-A2 | 14           | 72                         | 6                             | 6,048                              | 145.15                                 |
| <b>Total por Mes</b>    |              |                            |                               |                                    | <b>1,109.37 KWh/mes</b>                |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Realizado el cálculo de consumo energético en luminarias, en la tabla 38 se presenta el resumen del consumo de energía mensual en los distintos niveles de la edificación existente. Asimismo, en la tabla 39 se presenta el consumo energético por mes de la edificación en base a un factor de incidencia y el mes de mayor consumo Abril ya que es el mes donde inicio las actividades académicas de la Facultad.

**Tabla 38**

*Consumo de energía en KW/mes en luminarias por niveles en condiciones iniciales*

| <b>Nivel</b>  | <b>Consumo por mes (KWh)</b> |
|---------------|------------------------------|
| Primer nivel  | 757.14                       |
| Segundo nivel | 1,016.06                     |
| Tercer nivel  | 1,067.90                     |
| Cuarto nivel  | 1,109.37                     |
| <b>Total</b>  | <b>3,950.47 KWh/mes</b>      |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Tabla 39**

*Consumo energético mensual de la edificación en luminarias existentes*

| <b>Mes</b>   | <b>Incidencia</b> | <b>Consumo (KWh)</b>     |
|--------------|-------------------|--------------------------|
| Enero        | 60%               | 2,370.28                 |
| Febrero      | 55%               | 2,172.76                 |
| Marzo        | 55%               | 2,172.76                 |
| Abril        | 100%              | 3,950.47                 |
| Mayo         | 97%               | 3,831.96                 |
| Junio        | 95%               | 3,752.95                 |
| Julio        | 95%               | 3,752.95                 |
| Agosto       | 70%               | 2,765.33                 |
| Septiembre   | 95%               | 3,752.95                 |
| Octubre      | 95%               | 3,752.95                 |
| Noviembre    | 97%               | 3,831.96                 |
| Diciembre    | 105%              | 4,147.99                 |
| <b>Total</b> |                   | <b>40,255.29 KWh/año</b> |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En la tabla 39, se calculó de consumo de energía al año solo para luminarias, si bien no se contó con la información necesaria para conocer las fuentes de consumo de la edificación, se basó en porcentajes de incidencia de consumo de fuentes en una edificación de tipología educativa como se detalla en la tabla 40.

**Tabla 40***Incidencia de fuentes de consumo de energía*

| <b>Fuente de consumo</b>                            | <b>Incidencia respecto al consumo total (%)</b> | <b>Consumo energético anual (KW)</b> |
|---|---|--------------------------------------|
| Sistemas informáticos y servidores                  | 37 %  | 93,090.36                            |
| Equipos de calefacción                              | 25 %  | 62,898.89                            |
| Iluminación   | 16 %  | 40,255.29                            |
| Ascensor  | 8 %   | 20,127.65                            |
| Otros equipos eléctricos (laptops, celulares, etc.) | 8 %   | 20,127.65                            |
| Bombas de agua                                      | 2 %   | 5,031.91                             |
| Otros   | 4 %   | 10,063.82                            |
| <b>Total</b>  | <b>100 %</b>                                    | <b>251,595.57 KWh/año</b>            |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Se indica que por año se consume aproximadamente **251,595.57 KWh/año** de consumo de energía eléctrica, en condiciones iniciales y existentes, en efecto se demuestra que es un nivel muy alto y que necesita ser reducido para lograr la aproximación hacia una edificación sostenible.

#### **4.1.2. Propuesta de criterios sostenibles en la edificación**

##### **4.1.2.1. Recurso hídrico**

Para optimizar el uso del consumo del agua y lograr la aproximación del desarrollo sostenible hídrico a través de la eficiencia hídrica, se presentan las siguientes propuestas según los criterios indicados por EDGE.

##### **1. Propuesta N°01.- MECA03 Grifo de bajo flujo para lavados – 5.16 Its/min**

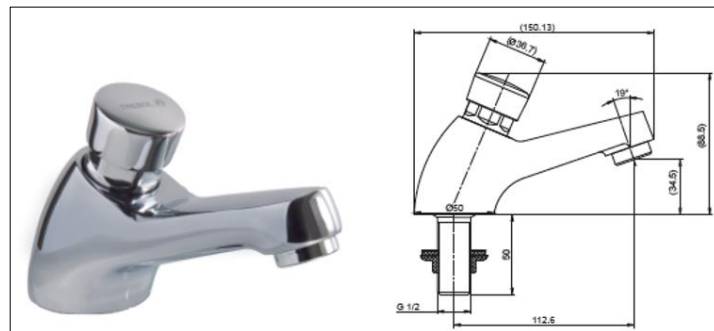
En caso de que el flujo de los grifos especificados para los lavabos del edificio sea inferior al flujo del caso base en litros por minuto que es de 8.3 Its/min, se pueden lograr ahorros en el consumo. La reducción del

flujo puede obtenerse a través del uso de aireadores y controles de cierre automático. Los aireadores son pequeños dispositivos que se instalan en el grifo y mezclan el agua con aire para provocar perturbaciones en el flujo, con lo cual se incrementa la sensación de que la presión es mayor sin aumentar el flujo.

Para la presenta investigación se propone el uso de la llave de lavatorio de cierre temporizado (4 a 6 segundos) de la marca TREBOL que cuenta con un caudal de 0.43 lts por descarga, equivalente 5.16 lts/min, el caudal es bajo ya que esta implementado por un aereador anti-vandalico Neoprel.

### Figura 50

*Llave temporizado de bajo flujo – TREBOL*



*Nota.* Fuente: Tomado de Sanitarios TREBOL, 2023

## 2. Propuesta N°02.- MECA05 Inodoro de consumo con bajo flujo - Fluxómetro de 3.8 lts/descarga

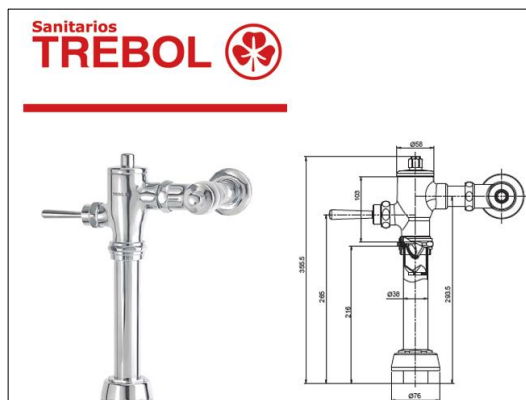
En el proyecto debido al tipo de edificación y los baños son de uso público, la cantidad de usos que se dará a los inodoros es elevada, por lo cual la implementación de inodoros con doble descarga no sería eficiente por la demora en el llenado del tanque, así mismo que la edificación de la

facultad de derecho cuenta con la implementación de urinarios en los servicios higiénicos.

Para lograr el ahorro en el consumo de agua en los inodoros, se propone el cambio a los inodoros existentes por inodoros de una sola descarga, con la mejora de uso de flexómetros de una sola descarga manual de 3.8 litros de descarga generando ahorro en el consumo de agua, la conexión del punto de agua es de 1” y la tubería de alimentación es de 1 ¼”, el fluxómetro es de bronce con descarga a presión, perteneciente a línea de sanitarios TREBOL.

### **Figura 51**

*Fluxómetro mecánico para inodoro de 3.8lts – TREBOL*



*Nota.* Fuente: Tomado de Sanitarios TREBOL, 2023

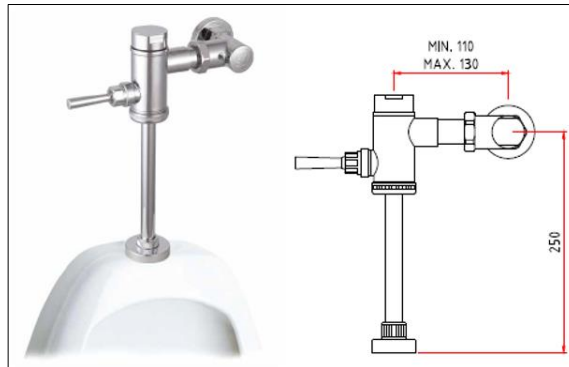
### **3. Propuesta N°03.- MECA07 Urinarios de bajo flujo – Fluxómetro de 1.5 lts/descarga**

En la edificación de acuerdo a la información obtenida se cuenta con urinarios con descarga de fluxómetro manual de 2lts/ descarga aproximadamente. Con el objeto de lograr la eficiencia hídrica se propone el criterio de uso de urinarios con fluxómetro mecánico de descarga

indirecta de 1.5 lts/descarga de la línea de sanitarios VAINSA, el cual permitirá ahorrar en el consumo de agua respecto al caso base.

### **Figura 52**

*Flujómetro mecánico para urinario de 1.5lts – VAINSA*



*Nota.* Fuente: Tomado de sanitarios VAINSA, 2023

## **4. Propuesta N°04.- MECA14 Sistema de recolección de aguas de lluvia**

En la presente investigación, en base a unos de los criterios de eficiencia hídrica que plantea EDGE, se propone el uso de un sistema de recolección de aguas pluviales, a razón de que el lugar donde está ubicado en el proyecto que es la provincia de Pasco, según la información hidrometeorológica presenta rangos de precipitación pluvial elevada en gran periodo de meses del año (octubre a marzo) y para lograr la sostenibilidad hídrica es necesario su uso y no el desperdicio como se usa actualmente en la edificación.

El sistema utilizado empieza por la captación en el techo, la recolección se realizará a través de tuberías de tipo PVC pesado que cuentan con rejillas de protección que impide el paso de impurezas, se desembocará en un interceptor de primeras aguas el cual tiene la función de no permitir



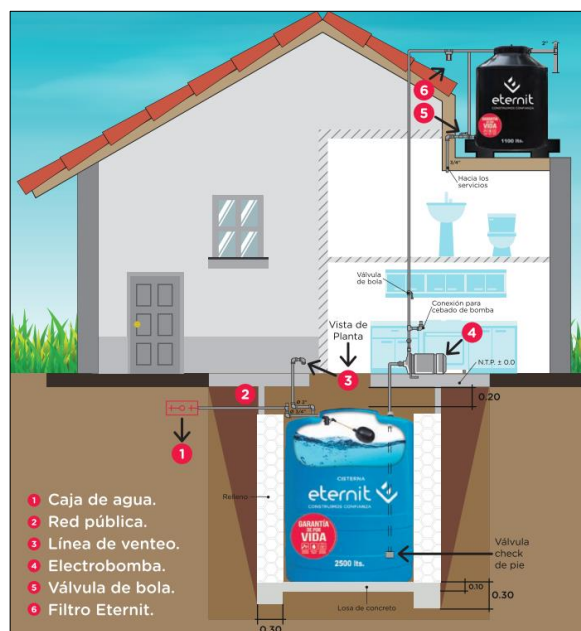
que el material no deseable ingrese a la cisterna de almacenamiento, por ultimo las aguas pluviales se almacenaran en tanques de Cisterna de la marca Rotoplas, la dimensión será según el cálculo realizado.

Se usará un sistema indirecto, por lo cual una vez almacenado en el tanque cisterna, este a través de un sistema de impulsión mediante bombas se impulsará al tanque elevado de la marca Rotoplas, el dimensionamiento será según el cálculo realizado.

El uso de estas aguas brindara una reducción de consumo de agua, ya que su uso será directamente para los inodoros y otros usos según lo diseñado, así mismo funcionara como reserva para su uso en los periodos de estiaje que vendrán a ser los meses de verano (mayo a agosto). Se considera un sistema sostenible y amable con el medio ambiente.

**Figura 53**

*Sistema indirecto de distribución de agua*



*Nota.* Fuente: Tomado de Eternit,2023

## **5. Propuesta N°05.- MECA15 Sistema de reúso de aguas grises**

En la presente investigación en base a los criterios EDGE, se propone la implementación de un sistema de reciclaje de aguas grises de la edificación provenientes solamente de las descargas de los lavaderos de los servicios higiénicos.

El sistema de recolección de las aguas pluviales será similar al sistema de recolección de aguas pluviales, los puntos de captación vendrán de los lavaderos y mediante montantes provenientes de los pisos superiores serán captados y conducidos a una caja de tratamiento que consiste en un tratamiento físico – químico, que tiene como objeto separar impurezas existentes y mediante la aplicación de Hipoclorito de Sodio se lograra la desinfección del agua, no se considerara el uso de una trampa de grasa ya que no se considera el uso de lavaderos de cocina en la edificación.

Se almacenará en un tanque cisterna de la línea Rotoplas, será el mismo del agua de lluvias, por lo cual para calcular el volumen del tanque se sumará los volúmenes de almacenamiento de aguas grises y el volumen de las aguas pluviales y estas a través de un sistema de impulsión se almacenará en un tanque elevado de almacenamiento de agua de la línea Rotoplas.

Como recomienda EDGE, el sistema de reúso de aguas grises tendrá un sistema independiente de tuberías desde su recolección y distribución a los demás sistemas existentes en la edificación.

**Figura 54**

*Sistema de reciclaje de aguas grises en una edificación*



*Nota.* Fuente: Tomado de “Tratamiento y reciclaje de aguas grises en edificios sostenibles aplicando biotecnología (Reyes Gutiérrez, 2023)

#### **4.1.2.2. Recurso energético**

Para optimizar el uso del consumo de energía eléctrica y lograr la aproximación del desarrollo sostenible hídrico a través de la eficiencia energética, se presentan las siguientes propuestas según los criterios indicados por EDGE.

##### **1. Propuesta N°01.- MEE22 Iluminación eficiente para áreas internas**

Para cumplir con esta medida de eficiencia energética, EDGE recomienda el uso de lámparas fluorescentes compactas (CFL), luces LED y/o T5, que tengan una eficiencia energética de promedio 90 lm/w o superior. En la presente investigación, se debe asegurar que el 90% de las luminarias de los espacios interiores, como: auditorio, oficinas

administrativas, salas de cómputo, aulas y servicios higiénicos sean de bajo consumo.

Se propone el uso de las siguientes luminarias:

➤ **Downlight LED circular de 24W**

Se propone el cambio de las luminarias tipo T-B ubicados en los ambientes de la edificación existente por el uso de luminarias Downlight LED circular de 24W de la marca Lightech con una eficiencia de 80 lm/W.

**Figura 55**

*Luminaria Downlight LED circular de 24W de la marca Lightech*



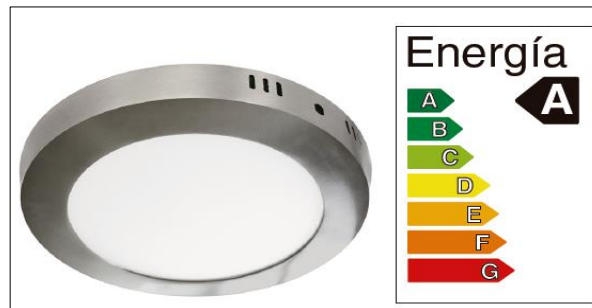
*Nota.* Fuente: Tomado de Lumicenter, 2023

➤ **Downlight LED circular de 18W**

Se propone el cambio de las luminarias tipo T-C ubicados en los ambientes de la edificación existente por el uso de luminarias Downlight LED circular de 18W de la marca Lightech con una eficiencia de 80 lm/W.

**Figura 56**

*Luminaria Downlight LED circular de 18W de la marca Lightech*



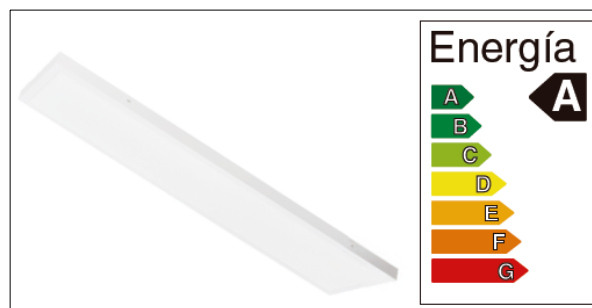
*Nota.* Fuente: Tomado de Lumicenter, 2023

➤ **Panel LED rectangular de 48W**

Se propone el cambio de las luminarias pantalla tipo A-3 ubicados en los ambientes de la edificación existente por el uso de luminarias tipo Panel LED rectangular de 48W de la marca Lightech con una eficiencia de 83.33 lm/W.

**Figura 57**

*Luminaria Panel LED rectangular de 48W de la marca Lightech*



*Nota.* Fuente: Tomado de Lumicenter, 2023

**2. Propuesta N°02.- MEE24 Controles de iluminación – Sensores de iluminación**

En la edificación de estudio existen ambientes donde el personal usuario y público que son zonas de permanencia mínima, por lo cual esta medida permite el control de la iluminación en dichos espacios.

➤ **Downlight LED circular de 24W con sensor de movimiento**

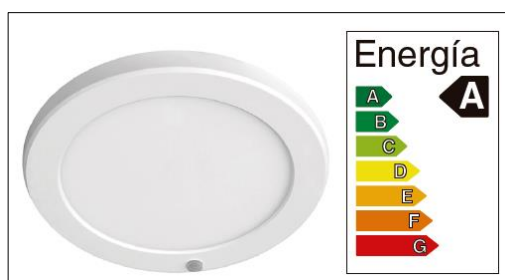
Se propone el cambio de las luminarias pantalla tipo A-2 ubicados en los pasadizos de la edificación existente por el uso de luminarias Downlight LED circular de 24W con sensor de movimiento de la marca Lightech con un tiempo de encendido de 30 segundos y una distancia detección de 6 metros.

➤ **Downlight LED circular de 18W con sensor de movimiento**

Se propone el cambio de las luminarias pantalla tipo A-2 ubicados en las escaleras de la edificación existente por el uso de luminarias Downlight LED circular de 18W con sensor de movimiento de la marca Lightech con una eficiencia de 88.8 lm/W y una distancia detección de 4 a 6 metros.

**Figura 58**

*Downlight LED circular de 18W con sensor de movimiento*



*Nota.* Fuente: Tomado de Lumicenter, 2023

**3. Propuesta N°03.- MEE33 Uso de energía renovable**

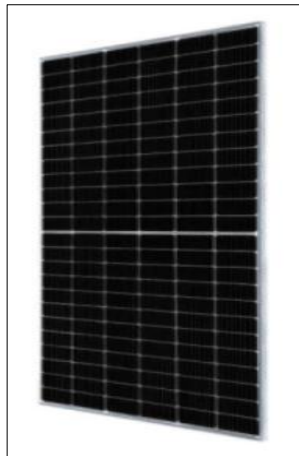
Se propone la implementación de uso de la energía solar como fuente de energía renovable, a través de dos sistemas: Sistema de paneles fotovoltaicos y la implementación de vidrios fotovoltaicos.

➤ **Paneles solares fotovoltaicos**

Los paneles solares reemplazan una proporción de electricidad por energía renovable, por lo cual es una medida de eficiencia energética. Se propone el uso de paneles solares fotovoltaicos de tipo monocristalino con una potencia máxima de 460W, estas se colocarán en la azotea de la edificación de la Facultad de Derecho y a través de conductores e inversores de corriente se almacenarán en baterías para su uso correspondiente según lo diseñado, de la misma forma es una energía de reserva que puede ser usada cuando no existe servicio de electricidad en la edificación.

**Figura 59**

*Panel solar monocristalino – Autosolar*

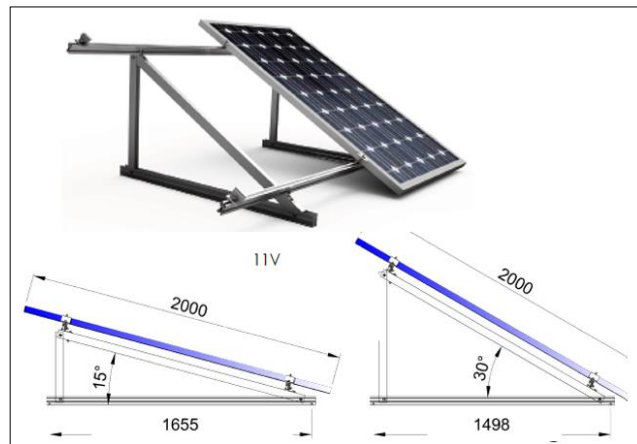


*Nota.* Fuente: Tomado de Autosolar, 2023

Deberán de tener una orientación dirigida hacia el sol, para nuestro proyecto las orientaciones serán de este a oeste, el soporte deberá de tener una inclinación entre 15° a 30° (ver figura 60).

## Figura 60

### *Estructura de soporte de panel fotovoltaico*



*Nota.* Fuente: Tomado de Autosolar, 2023

#### ➤ **Vidrios fotovoltaicos**

Para la captación de energía renovable de manera más eficiente, se propone la implementación de vidrios fotovoltaicos como reemplazo a los vidrios de muro cortina existente, estas se reemplazarán en las orientaciones de este y oeste de la edificación.

Estos vidrios, en cuanto a características, son similares a los comunes, es decir, transparentes, pero contienen dentro de sí, células fotovoltaicas. Estas células serán las encargadas de captar la energía solar que reciben y transformarla en electricidad., que luego puede ser aprovechada por los aparatos usuales. En otras palabras, son básicamente unos paneles solares, pero transparentes o semitransparentes.



## Figura 61

*Muros de cortina fotovoltaica – Vidrio fotovoltaico*



*Nota.* Fuente: Tomado de (OnyxSolar, 2023)

### 4.1.2.3. Materiales de construcción

Para la presenta investigación se propone el empleo de materiales con menor energía incorporada en su fabricación, según los criterios EDGE, se presentan algunas propuestas.

#### 1. Propuesta N°01.- MEM02 Losas de entrepiso

Revisado el plano estructural y las especificaciones técnicas del proyecto, se consideró en el diseño y la ejecución de losas macizas. La figura 62 muestra la sección convencional de la losa maciza que ha sido considerado en el proyecto.

## Figura 62

*Losas maciza usada en el proyecto*



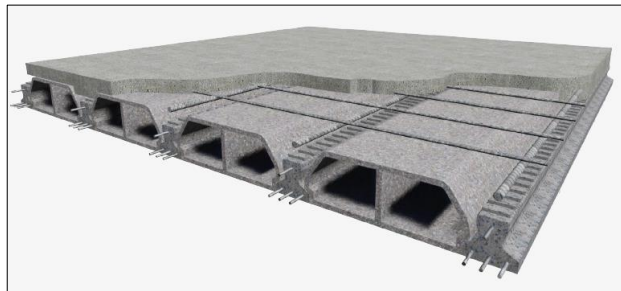
*Nota.* Fuente: Tomado de Plano de estructuras del expediente técnico.

Se propone el uso de un sistema de losas, compuesto por viguetas prefabricadas pretensadas, elemento aligerante (bovedillas de concreto, arcilla o poliestireno), la losa de concreto vaciado in situ y acero negativo de 1/2" así como acero de temperatura de 3/8". Dentro de los principales beneficios se tiene:

- Proceso constructivo que reduce el tiempo de ejecución.
- Concreto pretensado de alta resistencia y durabilidad.
- Mínimo desperdicio de materiales en obra.
- Menor cantidad de acero y concreto por m<sup>2</sup>.

### Figura 63

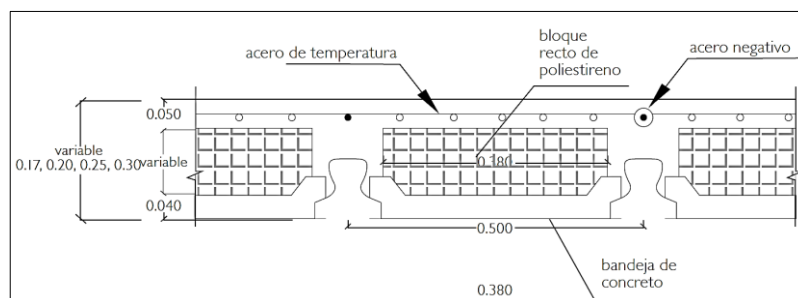
*Sistema de losa con viguetas pretensadas - prefabricadas*



*Nota.* Fuente: Tomado de CONCREMAX, 2023.

### Figura 64

*Detalle de losa mixta con bandeja de concreto y poliestireno*



*Nota.* Fuente: Tomado de CONCREMAX, 2023.

## **2. Propuesta N°02.- MEM03 Acabados de piso – Madera laminada**

En la presente investigación se plantea el uso de madera laminada como cambio a los pisos de madera existentes en la edificación, específicamente en el uso de las aulas. La madera lamina tiene la ventaja de ser más resistente a los cambios de temperatura del ambiente y presencia de humedad.

## **3. Propuesta N°03.- MEM06 Uso de bloques de concreto hueco en paredes interiores**

Las paredes internas de la edificación son consideradas muros no portantes, en la edificación según los planos de arquitectura estos muros están construidos por ladrillo King Kong de 18 huecos de arcilla, estos durante el proceso constructivo originan un mayor consumo de la mano de obra y mayor material (mortero) a usar por sus dimensiones.

Por lo cual se propone el uso de bloques de concreto de tipo King Block con anchos según lo solicitado, así mismo el uso de este material genera el uso de un mortero mínimo y genera mayor productividad por sus dimensiones.

### **Figura 65**

*Muros no portantes de bloques King Block*



*Nota.* Fuente: Tomado de UNICON, 2023

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Sostenibilidad hídrica

#### 4.2.1.1. Cálculo de consumo de agua por aplicación de criterios sostenibles

En base a los criterios propuestos para la eficiencia hídrica se procede a realizar el cálculo del nuevo consumo hídrico, para lo cual se consideran dos escenarios. El primer planteamiento se considera el uso de las propuestas N°01, N° 02 y N°03 que consiste en el cambio de aparatos y accesorios sanitarios existentes por aparatos y accesorios más eficientes. El segundo planteamiento consiste en el uso de las propuestas de sistema de recolección de aguas de lluvia y el sistema de reúso de aguas grises.

#### 1. Primer planteamiento

En la tabla 41, se presentan las especificaciones de los aparatos sanitarios de bajo consumo planteados, de la misma forma en base a la tabla 41 y la cantidad de usos por día se calculó el nuevo consumo de agua total por día en condiciones de eficiencia hídrica (ver tabla 42).

**Tabla 41**

*Especificaciones de aparatos sanitarios de bajo consumo*

| <b>Aparato sanitario</b>       | <b>Especificaciones</b> |                |
|--------------------------------|-------------------------|----------------|
| Grifo de Lavatorio Temporizado | 0.43                    | lts/5 segundos |
| Urinario con Fluxómetro        | 1.5                     | lts/descarga   |
| Inodoro con Fluxómetro         | 3.8                     | lts/descarga   |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Tabla 42***Consumo de agua en condiciones de eficiencia hídrica*

| <b>Tipo de aparato sanitario</b> | <b>Especificaciones</b>                          | <b>Uso total por día</b> | <b>Litros consumidos por día</b> |
|----------------------------------|--|--------------------------|----------------------------------|
| Grifo de Lavatorio Temporizado   | 5.16 litros por minuto a 1.41 kg/cm <sup>2</sup> | 777                      | 4,009.32                         |
| Urinario con fluxómetro          | 1.5 litros por descarga                          | 543                      | 814.50                           |
| Inodoro con Fluxómetro           | 3.8 litros por descarga                          | 504                      | 1,915.20                         |
| <b>Total (Lts/día)</b>           |  |                          | <b>6,739.02</b>                  |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En base al consumo de obtenido de litros por día, el cálculo de consumo por mes se presenta en la tabla 43 de acuerdo a la incidencia de consumo por mes y considerando 24 días de uso al mes.

**Tabla 43***Consumo de agua en condiciones de eficiencia hídrica por mes*

| <b>Mes</b>   | <b>Porcentaje</b> | <b>Consumo de Agua (lts/mes)</b> |
|--------------|-------------------|----------------------------------|
| Enero        | 92%               | 148,797.56                       |
| Febrero      | 77%               | 124,537.09                       |
| Marzo        | 80%               | 129,389.18                       |
| Abril        | 100%              | 161,736.48                       |
| Mayo         | 88%               | 142,328.10                       |
| Junio        | 82%               | 132,623.91                       |
| Julio        | 87%               | 140,710.74                       |
| Agosto       | 79%               | 127,771.82                       |
| Septiembre   | 88%               | 142,328.10                       |
| Octubre      | 90%               | 145,562.83                       |
| Noviembre    | 95%               | 153,649.66                       |
| Diciembre    | 120%              | 194,083.78                       |
| <b>Total</b> |                   | <b>1'743,519.25 lts/año</b>      |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Con la aplicación de los criterios sostenibles en eficiencia hídrica en el primer planteamiento se obtiene un consumo de 1,743.52 m<sup>3</sup> al año.

Realizado la comparación con el consumo base se tiene una eficiencia hídrica en el ahorro de consumo de **36.18%**.

## 2. Segundo planteamiento

Se realiza el cálculo de la oferta del volumen de aguas pluviales el cual se calcula en función de la precipitación promedio máxima de 24 horas, se realizó el cálculo con los datos proporcionados por SENAMHI de la Estación de Cerro de Pasco en un periodo de 21 años (2001 – 2021), este valor es afectado por el área de la azotea que captará las aguas pluviales y multiplicado por el coeficiente de escorrentía del material de la superficie del techo de la edificación que presenta un acabado de concreto semipulido.

### Figura 66


*Estación meteorológica de Cerro de Pasco*

| INFORMACIÓN GENERAL<br>ESTACIÓN DE CERRO DE PASCO |                      |               |            |          |       |       |             |                      |                     |
|---|----------------------|---------------|------------|----------|-------|-------|-------------|----------------------|---------------------|
| ESTACIÓN  | TIPO/<br>CÓDIGO      | UBICACIÓN     |            |          |       |       |             | ALTITUD<br>(m.s.n.m) | ENTIDAD<br>OPERANTE |
|   |                      | GEOGRÁFICA    |            | POLÍTICA |       |       |             |                      |                     |
|   |                      | LAT. S        | LONG.<br>W | DPTO.    | PROV. | DIST. |             |                      |                     |
| 1   | Cerro<br>de<br>Pasco | CO-<br>110037 | 10°41'37"  | 76°15'1" | Pasco | Pasco | Chaupimarca | 4,260.00             | SENAMHI             |

*Nota.* Fuente: Adaptado de SENAMHI,2023

**Figura 67**

*Precipitaciones máximas en 24 horas (mm)*

| ESTACIÓN: CO CERRO DEPASCO                    |       | DPTO.: PASCO       |       |  |       |       |       |        |           |         |           |           |
|---|-------|--------------------|-------|---|-------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| LATTUD: 10°41'36.03" SUR                      |       | PROV.: PASCO       |       |   |       |       |       |        |           |         |           |           |
| LONGITUD: 76°15'15.18" OESTE                  |       | DIST.: CHAUPIMARCA |       |   |       |       |       |        |           |         |           |           |
| ALTITUD: 4365msnm                             |       |                    |       |   |       |       |       |        |           |         |           |           |
| Parametro: Precipitación Maxima 24 Horas (mm) |       |                    |       |   |       |       |       |        |           |         |           |           |
| AÑO   | ENERO | FEBRERO            | MARZO | ABRIL   | MAYO  | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SETIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
| 1999  | 38.00 | 31.70              | 14.70 | 25.80   | 7.30  | 4.80  | 4.30  | 3.30   | 10.70     | 16.10   | 16.60     | 16.50     |
| 2000  | 18.00 | 17.30              | 18.30 | 6.50  | 9.40  | 2.80  | 4.50  | 8.20   | 7.10      | 14.30   | 12.70     | 22.60     |
| 2001  | 29.40 | 24.30              | 24.00 | 23.70   | 10.90 | 2.00  | 11.50 | 6.00   | 7.90      | 19.10   | 16.60     | 28.00     |
| 2002  | 8.00  | 19.40              | 26.80 | 15.50   | 13.50 | 3.00  | 10.40 | 3.50   | 13.70     | 24.10   | 12.60     | 22.30     |
| 2003  | 14.50 | 19.40              | 20.70 | 18.10   | 8.30  | 7.00  | 4.60  | 10.00  | 20.70     | 6.00    | 20.00     | 13.10     |
| 2004  | 12.70 | 31.20              | 11.40 | 16.90   | 6.00  | 4.00  | 8.60  | 7.90   | 27.50     | 22.50   | 26.80     | 33.20     |
| 2005  | 15.40 | 20.00              | 46.70 | 17.40   | 2.90  | 2.80  | 4.10  | 4.50   | 6.00      | 12.80   | 29.10     | 9.00      |
| 2006  | 9.80  | 17.50              | 16.20 | 19.10   | 3.90  | 17.00 | 2.70  | 4.00   | 21.80     | 21.30   | 27.30     | 24.60     |
| 2007  | 15.50 | 16.00              | 18.40 | 14.20   | 16.00 | 0.00  | 8.00  | 4.40   | 10.50     | 16.00   | 20.60     | 26.70     |
| 2008  | 16.60 | 18.50              | 8.00  | 12.50   | 5.40  | 7.30  | 3.20  | 10.40  | 10.00     | 10.40   | 29.40     | 25.00     |
| 2009  | 26.00 | 19.00              | 39.20 | 11.40   | 12.00 | 12.00 | 8.20  | 12.40  | 5.10      | 20.00   | 18.00     | 29.50     |
| 2010  | 25.70 | 24.30              | 35.90 | 14.50   | 17.00 | 2.00  | 4.40  | 0.00   | 7.50      | 24.00   | 13.80     | 30.80     |
| 2011  | 20.50 | 16.30              | 20.80 | 24.40   | 12.00 | 0.00  | 6.30  | 9.00   | 17.90     | 16.00   | 22.70     | 24.00     |
| 2012  | 20.00 | 20.70              | 15.00 | 12.00   | 7.80  | 6.50  | 3.50  | 5.20   | 16.80     | 25.40   | 18.00     | 24.60     |
| 2013  | 25.80 | 15.00              | 20.30 | 14.00   | 15.00 | 5.80  | 8.00  | 11.00  | 17.60     | 20.50   | 11.60     | 16.00     |
| 2014  | 25.80 | 19.80              | 20.00 | 24.70   | 7.30  | 10.00 | 7.00  | 2.60   | 20.60     | 15.00   | 17.50     | 25.60     |
| 2015  | 15.00 | 10.00              | 18.00 | 15.20   | 10.30 | 9.00  | 9.00  | 7.40   | 18.40     | 17.30   | 25.10     | 15.40     |
| 2016  | 18.00 | 16.50              | 20.60 | 12.40   | 8.20  | 7.10  | 6.70  | 13.00  | 9.00      | 16.00   | 7.40      | 17.50     |
| 2017  | 20.60 | 28.00              | 15.00 | 15.40   | 13.20 | 0.50  | 6.50  | 4.00   | 12.00     | 15.40   | 19.00     | 18.00     |
| 2018  | 17.00 | 11.00              | 17.00 | 19.00   | 8.00  | 3.60  | 7.00  | 8.00   | 25.00     | 30.00   | 16.00     | 51.00     |
| 2019  | 59.00 | 43.00              | 45.00 | 24.00   | 17.00 | 4.50  | 6.00  | 8.00   | 17.00     | 30.20   | 30.00     | 60.00     |
| 2020  | 20.20 | 39.00              | 20.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 18.00 | 7.02   | 15.17     | 21.64   | 19.27     | 28.31     |
| 2021  | 24.50 | 21.90              | 23.90 | 15.60   | 10.50 | 5.08  | 7.55  | 7.05   | 15.20     | 21.60   | 19.30     | 28.35     |

*Nota.* Fuente: Adaptado de SENAMHI,2023

De la figura 67 se obtuvo que la precipitación máxima en 24 horas promedio es 15.94 mm, este es equivalente a 15.94 lts/m<sup>2</sup>, en la tabla 44 se calcula la oferta de agua procedente de la precipitación pluvial.

**Tabla 44**

*Oferta de agua de precipitación pluvial en un periodo de 24 horas*

| Precipitación promedio en 24 hrs (1) | Área de techo (2) | Coef. De escorrentía (3) | Volumen de agua (lts/día) (4)=(1)*(2)*(3) |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------------|---|
| 15.94                                | 318.78            | 0.7                      | <b>3,556.95 lts/día</b>                   |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

El volumen ofertado de procedente de las aguas grises, será de la descarga de los lavaderos propuestos con medidas de eficiencia hídrica.

**Tabla 45**

*Oferta de aguas grises*

| Tipo de aparato sanitario      | Especificaciones                                 | Uso total por día | Litros consumidos por día |
|--------------------------------|--|-------------------|---------------------------|
| Grifo de Lavatorio Temporizado | 5.16 litros por minuto a 1.41 kg/cm <sup>2</sup> | 777               | 4,009.32                  |
| <b>Total</b>                   |  |                   | <b>4,009.32 lts/día</b>   |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 44 y la tabla 45, se calcula el volumen total de aguas por recolección de aguas pluviales y recolección aguas grises, obteniéndose un volumen de **7,556.27 lts**, el cual abastece el consumo de aguas en los inodoros y urinarios en condiciones eficientes y puede ser de uso para otros consumos en la edificación.

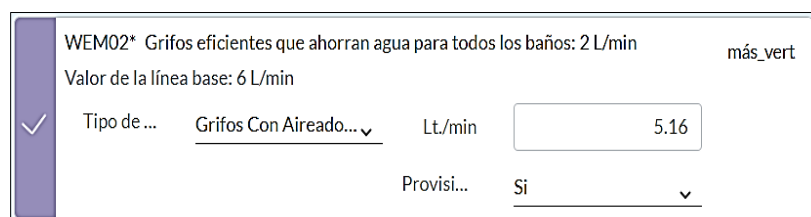
#### **4.2.1.2. Resultados de eficiencia hídrica por aplicación EDGE**

La presente investigación se enfoca en la aplicación de los criterios EDGE, por lo cual se realizará la simulación en el aplicativo EDGE, para determinar los beneficios de la aplicación de las propuestas en eficiencia hídrica, para el presente proyecto se aplicarán los dos planteamientos.

En los lavados se propone los grifos de bajo consumo con temporizador y aireador con un caudal de 5.16 lts/min.

**Figura 68**

*Implementación de grifos temporizadores con aireadores de 5.16 lts/min*



*Nota.* Fuente: Interfaz software EDGE Buildings App, 2023



En los inodoros se propone el uso de fluxómetros con descarga a presión de 3.8 lts/descarga.

### Figura 69

#### *Implementación de inodoros con fluxómetro de 3.8lts/descarga*

WEM04\* Inodoros eficientes que ahorran agua para todos los baños: 3.8 L/des... más\_vert  
Valor de la línea base: Descarga simple, 8 L/descarga  
Tipo de ... Descarga sencilla  
Volume... 3.8

*Nota.* Fuente: Interfaz software EDGE Buildings App, 2023

En los urinarios de los servicios higiénicos de varones, se propone el uso de fluxómetros con descarga a presión de 1.5 lts/descarga.

### Figura 70

#### *Implementación de fluxómetros en urinarios de 1.5lts/descarga*

WEM07 Orinales eficientes que ahorran agua: 2 L/descarga más\_vert  
Valor de la línea base: 4 L/descarga  
Volume... 1.5

*Nota.* Fuente: Interfaz software EDGE Buildings App, 2023

Para el alcance de eficiencia hídrica mínima del 20% en EDGE, se propone el uso de un sistema de recolección de aguas de lluvia y sistema de reúso de aguas grises.

### Figura 71

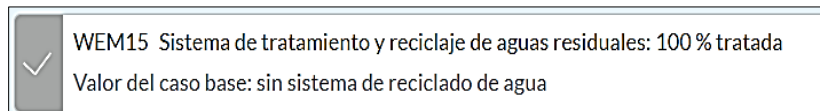
#### *Implementación de sistema de recolección de aguas de lluvia*

WEM14 Sistema de recolección de agua de lluvia: 63 % de superficie del techo ut...  
Valor del caso base: Sin recolección de agua de lluvia

*Nota.* Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

## Figura 72

### Implementación de sistema de reúso de aguas grises

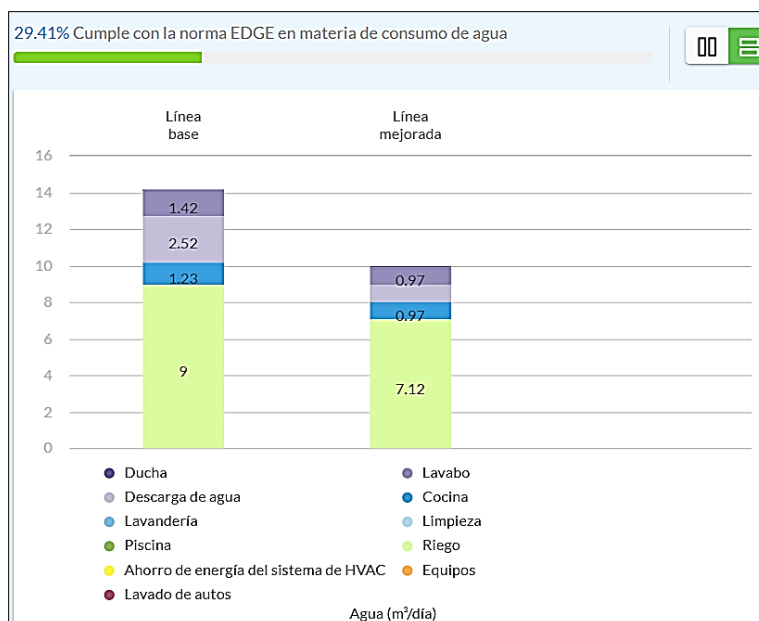


Nota. Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

En la figura 73 se observa los resultados de la implementación de las propuestas de criterios sostenibles para una eficiencia hídrica, se detalla que existe una eficiencia hídrica equivalente del 29.41 % de la línea mejorada (propuestas de criterios sostenibles) respecto a la línea base (condiciones iniciales de la edificación).

## Figura 73

### Resultados de eficiencia hídrica – Aplicación EDGE



Nota. Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

Con la incidencia mejorada según los criterios sostenibles propuestos, se calcula el nuevo consumo de agua (se toma como referencia del 100% el consumo anual de línea base: 2,731.85 m<sup>3</sup>/año

indicado en la tabla 28 y teniendo como porcentaje de ahorro de 29.41% el nuevo consumo por año será de 1,928.41 m<sup>3</sup>/año.

**Tabla 46**

*Comparativa de resultados de eficiencia hídrica y condiciones iniciales*

|                            | <b>Consumo diario generado (lts/día)</b> | <b>Consumo mensual generado (m<sup>3</sup>/mes)</b> | <b>Consumo anual generado (m<sup>3</sup>/año)</b> | <b>Incidencia (%)</b> |
|----------------------------|--|---|---|-----------------------|
| Condiciones Iniciales      | 10,559.10                                | 253.42  | 2,731.85  | 100.00                |
| Criterios sostenibles EDGE | 6,739.02                                 | 161.74  | 1,928.41  | 70.59                 |
| <b>Eficiencia hídrica</b>  |  |   |   | <b>29.41 %</b>        |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.2. Sostenibilidad energética**

##### **4.2.2.1. Cálculo de consumo de energía por aplicación de criterios sostenibles**

En base a los criterios propuestos para la eficiencia energética se procede a realizar el cálculo del nuevo consumo de energía eléctrica, para lo cual se consideran dos escenarios. El primer planteamiento se considera el uso de las propuestas N°01 y N° 02 que consiste en el cambio de aparatos y dispositivos eléctricos de luminarias existentes por aparatos y dispositivos más eficientes. El segundo planteamiento consiste en el uso de la propuesta de uso de energía renovable a través de la implementación de paneles solares fotovoltaicos y colocación de vidrios fotovoltaicos que vendría a ser una oferta de energía adicional.

##### **1. Primer planteamiento**

En la tabla 47 se presenta los cálculos de consumo de energía eléctrica en luminarias por mes en KWh/mes según los criterios sostenibles

propuestos, que son el cambio de luminarias interiores por sistemas LED y la implementación de controles de iluminación en los espacios comunes de poco uso como los pasadizos y las escaleras en todos los niveles de la edificación.

**Tabla 47**

*Consumo energético en luminarias en condiciones de eficiencia energética*

| Nivel         | Dispositivos eléctricos           | Cantidad (1) | Consumo por hora (W/h) (2) | Tiempo de uso por día (h) (3) | Consumo por día (Wh/día) (4=1*2*3) | Consumo por Mes (KW/mes) (5=4*24días) |
|---------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Primer Nivel  | Luminaria Pantalla LED            | 32           | 48                         | 6                             | 9,216                              | 221.18                                |
|               | Luminaria LED con sensor pasadizo | 5            | 24                         | 3                             | 360                                | 8.64                                  |
|               | Luminaria LED con sensor escalera | 4            | 18                         | 3                             | 216                                | 5.18                                  |
|               | Luminaria LED circular 18W        | 14           | 18                         | 6                             | 1,512                              | 36.29                                 |
|               | Luminaria LED circular 24W        | 8            | 24                         | 6                             | 1,152                              | 27.65                                 |
| Segundo nivel | Luminaria Pantalla LED            | 52           | 48                         | 6                             | 14,976                             | 359.42                                |
|               | Luminaria LED con sensor pasadizo | 6            | 24                         | 3                             | 432                                | 10.37                                 |
|               | Luminaria LED con sensor escalera | 4            | 18                         | 3                             | 216                                | 5.18                                  |
|               | Luminaria LED circular 18W        | 13           | 18                         | 6                             | 1,404                              | 33.70                                 |
| Tercer nivel  | Luminaria Pantalla LED            | 56           | 48                         | 6                             | 16,128                             | 387.07                                |
|               | Luminaria LED con sensor pasadizo | 6            | 24                         | 3                             | 432                                | 10.37                                 |
|               | Luminaria LED con sensor escalera | 4            | 18                         | 3                             | 216                                | 5.18                                  |
|               | Luminaria LED circular 18W        | 9            | 18                         | 6                             | 972                                | 23.33                                 |
| Cuarto nivel  | Luminaria Pantalla LED            | 62           | 48                         | 6                             | 17,856                             | 428.54                                |
|               | Luminaria LED con sensor pasadizo | 6            | 24                         | 3                             | 432                                | 10.37                                 |
|               | Luminaria LED con sensor escalera | 4            | 18                         | 3                             | 216                                | 5.18                                  |
|               | Luminaria LED circular 18W        | 4            | 18                         | 6                             | 432                                | 10.37                                 |
| <b>Total</b>  |                                   |              |                            |                               | <b>66,168 Wh/día</b>               | <b>1,588.03 KWh/mes</b>               |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En base al consumo de obtenido de energía en KWh/mes respecto al mes de consumo Abril considerado como el mes de estudio por ser el mes de inicio de clases, el cálculo de consumo por meses se presenta en la tabla 48 de acuerdo a la incidencia de consumo por mes.

**Tabla 48**

*Consumo de energía mensual de luminarias en condiciones de eficiencia energética*

| Mes          | Incidencia | Consumo (KWh/mes)        |
|--------------|------------|--------------------------|
| Enero        | 60%        | 952.82                   |
| Febrero      | 55%        | 873.42                   |
| Marzo        | 55%        | 873.42                   |
| Abril        | 100%       | 1,588.03                 |
| Mayo         | 97%        | 1,540.39                 |
| Junio        | 95%        | 1,508.63                 |
| Julio        | 95%        | 1,508.63                 |
| Agosto       | 70%        | 1,111.62                 |
| Septiembre   | 95%        | 1,508.63                 |
| Octubre      | 95%        | 1,508.63                 |
| Noviembre    | 97%        | 1,540.39                 |
| Diciembre    | 105%       | 1,667.43                 |
| <b>TOTAL</b> |            | <b>16,182.05 KWh/año</b> |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Tabla 49**

*Incidencia de fuente de consumo de energía en la edificación al año*

| Fuente de consumo                                   | Incidencia respecto al consumo total (%) | Consumo energético anual (KWh) |
|---|--|--------------------------------|
| Sistemas informáticos y servidores                  | 37 %                                     | 93,090.36                      |
| Equipos de calefacción                              | 25 %                                     | 62,898.89                      |
| Iluminación   | 16 %                                     | 16,182.05                      |
| Ascensor  | 8 %                                      | 20,127.65                      |
| Otros equipos eléctricos (laptops, celulares, etc.) | 8 %                                      | 20,127.65                      |
| Bombas de agua                                      | 2 %                                      | 5,031.91                       |
| Otros   | 4 %                                      | 10,063.82                      |
| <b>Total</b>  | <b>100 %</b>                             | <b>227,522.33 KWh/año</b>      |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

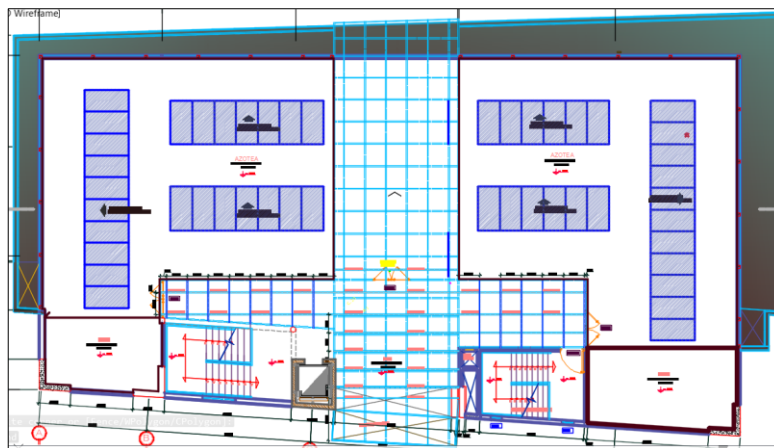
Con la aplicación de los criterios sostenibles en eficiencia energética en el primer planteamiento se obtiene un consumo de 227,522.33 KWh al año. Realizado la comparación con el consumo base se tiene una eficiencia energética en el ahorro de consumo de **9.57 %**.

## 2. Segundo planteamiento

El cálculo de energía que produce el sistema de paneles solares fotovoltaicos, se realizara en base al área disponible en la azotea, espacio donde se colocaran los paneles propuestos. No se calculará por la demanda de energía para satisfacer la demanda de consumo de energía según la fuente prevista, por lo que no se contaría con el espacio indicado a su vez la radiación solar en la ciudad de estudio es periódica y no es de radiación solar constante según su ubicación geográfica, por lo cual solo se calculará según el espacio disponible ya que esta energía transformada se almacenará en baterías para su uso según requiera la edificación.

**Figura 74**

*Ubicación de paneles solares fotovoltaicos en la edificación*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Según el área disponible y según las dimensiones del panel solar fotovoltaico propuesto se colocarán 47 paneles solares de tipo monocristalino, en la tabla 50 se presenta la oferta máxima de energía renovable producida por los paneles solares fotovoltaicos teniendo en consideración la potencia según la ficha técnica del panel.

**Tabla 50***Oferta de energía renovable por paneles solares*

| <b>Panel fotovoltaico</b> | <b>Numero de Paneles</b> | <b>Potencia</b> | <b>Energía producida (W/día)</b> |
|---------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------------|
| Tipo monocristalino       | 47                       | 347.75          | 16,344.25                        |
| <b>Total</b>              |                          |                 | <b>16,344.25 W/día</b>           |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

Otra medida propuesta es el uso de los vidrios fotovoltaicos, debido a que en la actualidad la fachada de la edificación es de sistema de muro cortina, por lo cual para el aprovechamiento de la energía solar se considera el uso de vidrios fotovoltaicos como reemplazo a los vidrios existentes. Es preciso indicar que la potencia brindada es de acuerdo a la empresa prestadora de estos servicios que va en función del grado de transparencia y de la máxima eficiencia de radiación solar en la zona de estudio.

**Tabla 51***Oferta de energía renovable por vidrios fotovoltaicos*

| <b>Descripción</b>                           | <b>Área de fachada (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Potencia Pico (Wp/m<sup>2</sup>)</b> | <b>Potencia Obtenida (Wp)</b> |
|--|--|---|-------------------------------|
| Muro cortina lado Este (transparencia baja)  | 112.12                                 | 40.00                                   | 4,484.80                      |
| Muro cortina lado Norte (sin transparencia)  | 280.47                                 | 57.60                                   | 16,155.07                     |
| Muro cortina lado Oeste (transparencia baja) | 102.95                                 | 40.00                                   | 4,118.00                      |
| <b>Total</b>                                 |  |   | <b>24,757.87 Wp/día</b>       |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

De la tabla 50 y la tabla 51, se indica que la energía renovable producida por la propuesta de implementación de paneles solares fotovoltaicos y muros cortina de vidrios fotovoltaicos es de 41,102.12 W por día en un periodo de máxima radiación.

Esta energía renovable obtenida no satisfará con la demanda de energía en iluminación de la edificación, por lo cual esta energía será almacenada para usos secundarios según el diseño, así mismo según la ubicación geográfica el periodo de radiación solar no es constante.

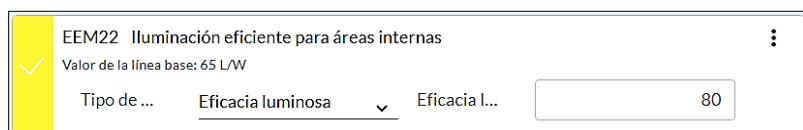
#### 4.2.2.2. Resultados de eficiencia energética por aplicación EDGE

La presente investigación se enfoca en la aplicación de los criterios EDGE, por lo cual se realizará la simulación en el aplicativo EDGE, para determinar los beneficios de la aplicación de las propuestas en eficiencia energética, para el presente proyecto se aplicarán los dos planteamientos.

En las luminarias internas se propone el uso de luminarias LED de tipo pantalla y circulares de 48W y 24W con una eficiencia promedio de 80 lm/W.

#### Figura 75

*Implementación de luminarias LED con eficiencia de 80lm/W*



|            |   |               |
|------------|---|---------------|
| ✓          | EEM22 Iluminación eficiente para áreas internas | ⋮             |
|            | Valor de la línea base: 65 L/W                  |               |
| Tipo de... | Eficacia luminosa                               | Eficacia l... |
|            |   | 80            |

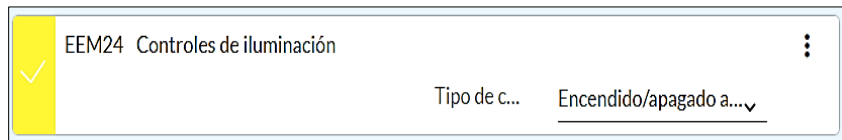
*Nota.* Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

En las áreas comunes como pasadizos y escaleras donde la ocupación no es constante, por lo cual se propone el uso de luminarias LED circulares con sensores de movimiento de 24W y 18W que poseen como característica principal de encendido y apagado automático.



## Figura 76

### *Implementación de controles de iluminación*

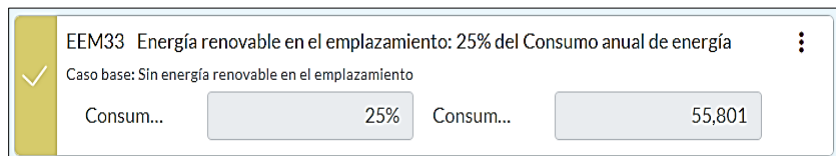


*Nota.* Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

Para cumplir con la eficiencia mínima del 20% en consumo de energía se considera la propuesta de implementación de sistemas que usan energía renovable como los paneles solares fotovoltaicos y la implementación de muros cortina con vidrio fotovoltaico.

## Figura 77

### *Implementación de sistemas de energía renovable*

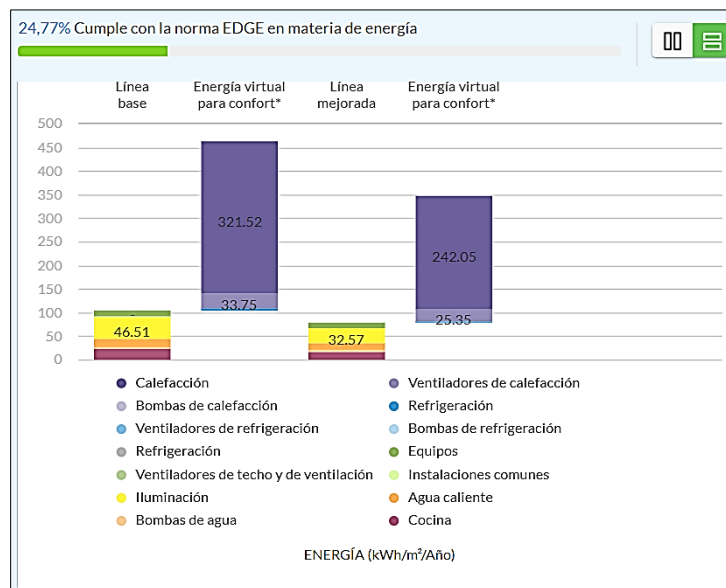


*Nota.* Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

En la figura 79 se observa los resultados de la implementación de las propuestas de criterios sostenibles para una eficiencia energética, se detalla que existe una eficiencia energética equivalente del 24.77% de la línea mejorada (propuestas de criterios sostenibles) respecto a la línea base (condiciones iniciales de la edificación).

**Figura 78**

*Resultados de eficiencia energética – Aplicación EDGE*



*Nota.* Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

Con la incidencia mejorada según los criterios sostenibles propuestos, se calcula el nuevo consumo de energía (se toma como referencia del 100% el consumo anual de línea base: 251,595.57 KWh/año indicado en la tabla 40) y teniendo como porcentaje de ahorro de 24.77% el nuevo consumo por año será de 189,275.35 KWh/año.

**Tabla 52**

*Comparativa de resultados de eficiencia energética y en condiciones iniciales*

|                            | Consumo anual generado (Luminarias) (KWh/año) | Consumo anual generado de la edificación (KWh/año) | Incidencia (%) |
|----------------------------|---|--|----------------|
| Condiciones Iniciales      | 40.255.29                                     | 251,595.57   | 100.00         |
| Criterios sostenibles EDGE | 16,182.05                                     | 189,275.35   | 75.23          |
|                            |   | <b>Eficiencia hídrica</b>                          | <b>24.77 %</b> |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

### 4.2.3. Materiales con menor energía incorporada

Siendo la edificación de estudio una edificación existente, las medidas de eficiencia de energía incorporada en materiales se aplican para la demostración para futuras construcciones a realizar.

En la construcción de losas de entrepiso se propone el uso de sistema de losas compuesta por viguetas prefabricadas con elementos aligerantes que pueden ser de concreto, arcilla o poliestireno. Se detalla una incidencia del 100% ya que se considera su uso para todos los techos de la edificación con un espesor de 0.20m

#### Figura 79

*Implementación de sistema de losas con viguetas prefabricada y aligerantes de poliestireno y/o arcilla*

| Proporción % | Grosor (mm) | Barra reforzada de acero (Kg/m <sup>2</sup> ) | Embodied Carbon (Kg/m <sup>2</sup> ) |
|--------------|-------------|---|--------------------------------------|
| 100          | 200         | 11.31   |                                      |

*Nota.* Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

Respecto a los acabados de piso, en la tabla 53 se realizó el cálculo del metraje de los tipos de acabados en todos los ambientes de la edificación para conocer de la incidencia del material a reemplazar, ya que estos datos serán plasmados en el aplicativo EDGE.

**Tabla 53**

*Metrado de acabados de piso por ambientes existentes e incidencia*

| Tipo de ambiente    | Metrado (m2)    | Acabado de piso      | Incidencia     |
|---------------------|-----------------|----------------------|----------------|
| Salas de auditorium | 616.69          | Madera machihembrada | 27.58%         |
| SS.HH.              | 172.26          | Cerámico             | 7.70%          |
| Pasadizo            | 358.26          | Porcelanato          | 16.02%         |
| Oficinas            | 464.86          | Madera machihembrada | 20.79%         |
| Aulas               | 624.04          | Madera machihembrada | 27.91%         |
| <b>Total</b>        | <b>2,236.11</b> |                      | <b>100.00%</b> |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

De la tabla 53 se detalla que el tipo de acabado de madera machihembrada equivale al 76.28% y el 23.72% corresponde a piso de acabado cerámico y porcelanato.

**Figura 80**

*Implementación de material laminado y porcelanato en acabado de piso*

The image shows a software interface for configuring floor finishes. It is titled 'Acabado de piso' and includes the following details: 'Material de la línea base: Baldosas | Baldosas ceramicas', 'Espesor: 10 mm', and 'Tipo 1'. There are two main sections: 'Madera | Madera laminada' and 'Azulejos | Azulejos de cerámica'. The 'Madera' section shows a 'Proporción %' of 76.28 and 'Carbono incorporado (mm)' of 7. The 'Azulejos' section shows a 'Proporción %' of 23.72 and 'Grosor (mm)' of 10. A label 'MEM03\*' is visible on the left side of the interface.

*Nota.* Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

En cuanto a las paredes internas de la edificación, se propone el uso de bloque de concreto King Block de peso mediano con un espesor de 0.12m. se considera la incidencia de aplicación del 100% ya que se reemplazará en todos los muros no portantes de ladrillo King Kong de 18 huecos de arcilla.

Se propone el uso de los bloques de concreto por la optimización en el proceso constructivo debido a dimensiones mayores, así mismo con el uso de este bloque se reducirá el consumo de materiales y se reducirá los desperdicios en obra.

### Figura 81

#### *Implementación de bloques de concreto hueco de peso medio*

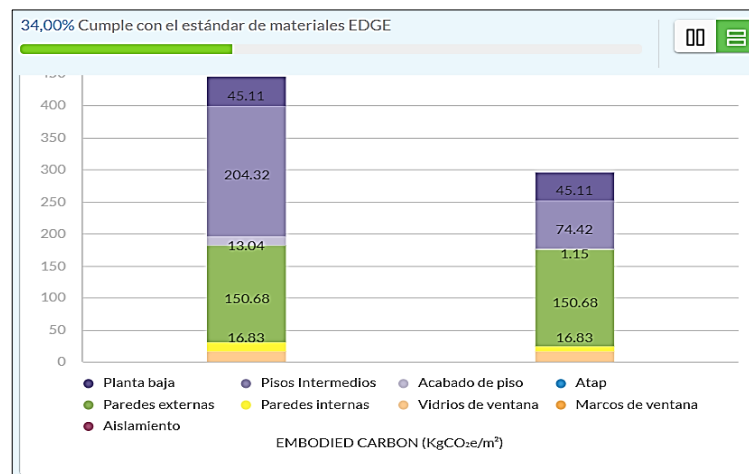
MEM06\* Paredes internas más\_vert  
Material de la caja base: pared de ladrillo | Ladrillo macizo (0-25 % de h  
Espesor: 124 mm  
Tipo 1  
Bloques de concreto | Bloques Huecos de Peso Medio  
Proporción (mm) Carbono  
% incorporado  
100 120 ()

*Nota.* Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

En la figura 84 y figura 85, se observa los resultados de la implementación de las propuestas de criterios sostenibles para una reducción de energía incorporada en los materiales, el cual según el aplicativo EDGE se expresa en las emisiones de CO<sub>2</sub>, se obtuvo 294.10 KgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> emitidos en condiciones de eficiencia. En efecto se detalla que existe una eficiencia equivalente del 34.00% de la línea mejorada (propuestas de criterios sostenibles) respecto a la línea base (condiciones iniciales de la edificación).

## Figura 82

### Resultados de eficiencia en materiales - Aplicación EDGE



Nota. Fuente: Tomado de interfaz software EDGE Buildings App, 2023

#### 4.2.4. Impacto ambiental

Aplicado las propuestas de criterios sostenibles según EDGE, se realizó el cálculo del impacto ambiental generado a través del cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> producto del recurso hídrico, recurso energético y materiales en condiciones iniciales y condiciones sostenibles.

El cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> está representado por la huella de carbono, que viene a ser la medición en KgCO<sub>2</sub> que son emitidas a la atmósfera, estas provienen del consumo de agua, energía y el proceso de industrialización de los materiales.

##### 4.2.4.1. Consumo hídrico

#### 1. Cálculo de CO<sub>2</sub> generado por consumo hídrico inicial

En la tabla 54, se calculó los KgCO<sub>2</sub> emitidos por el consumo del recurso hídrico en condiciones iniciales y existentes, el cual se obtiene a

partir del consumo anual de agua y afectado por un factor de emisión de recurso hídrico en KgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.

**Tabla 54**

*Emisión de CO<sub>2</sub> emitida por recurso hídrico en condiciones iniciales*

| <b>Consumo hídrico<br/>(m<sup>3</sup>/año)</b> | <b>Factor de<br/>emisión<br/>(KgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Emisión de CO<sub>2</sub><br/>(KgCO<sub>2</sub>)</b> |
|--|---|---|
| 2,731.85                                       | 0.12132   | 331.43  |
| <b>Total</b>                                   |   | <b>331.43 KgCO<sub>2</sub>/año</b>                      |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

## **2. Cálculo de CO<sub>2</sub> generado por consumo hídrico eficiente**

En base a las propuestas de criterios sostenibles según EDGE en la edificación se calculó un nuevo consumo hídrico por año, de la misma forma esto será afectado por un factor de emisión de recurso hídrico en KgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.

**Tabla 55**

*Emisión de CO<sub>2</sub> emitida por recurso hídrico en condiciones sostenibles*

| <b>Consumo hídrico<br/>(m<sup>3</sup>/año)</b> | <b>Factor de<br/>emisión<br/>(KgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Emisión de CO<sub>2</sub><br/>(KgCO<sub>2</sub>)</b> |
|--|---|---|
| 1,928.41                                       | 0.12132   | 233.96  |
| <b>Total</b>                                   |   | <b>233.96 KgCO<sub>2</sub>/año</b>                      |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En la tabla 56, se detalla el comparativo de emisiones de CO<sub>2</sub> en condiciones iniciales y condiciones de eficiencia hídrica en el consumo hídrico.

**Tabla 56**

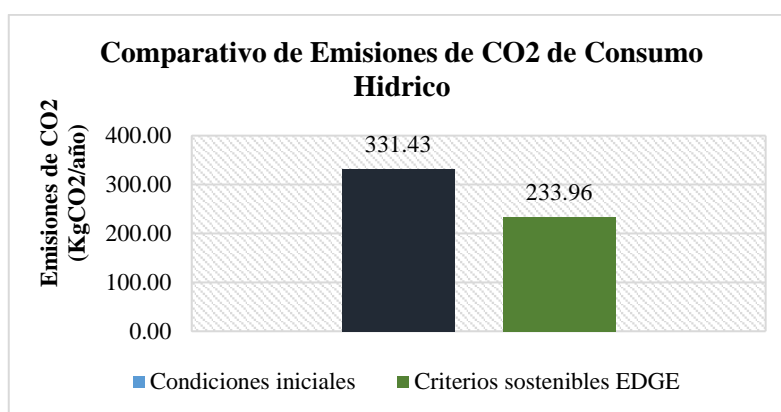
*Reducción de emisiones de CO2 en el consumo hídrico*

| <b>Condiciones de consumo hídrico</b> | <b>Emisión de CO2 (KgCO2)</b> |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Condiciones iniciales                 | 331.43                        |
| Criterios Sostenibles EDGE            | 233.96                        |
| <b>Emisiones de CO2 reducidos</b>     | <b>97.47 KgCO2/año</b>        |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Figura 83**

*Comparativo de emisiones de CO2 de consumo hídrico*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.4.2. Consumo energético**

##### **1. Cálculo de CO2 generado por consumo energético inicial**

De igual forma según lo calculado en el consumo hídrico, en la tabla 57, se calculó los KgCO2 emitidos por el consumo del recurso energético en condiciones iniciales y existentes, el cual se obtiene a partir del consumo anual de energía y afectado por un factor de emisión de recurso energético en KgCO2/KW.



**Tabla 57***Emisión de CO2 emitida por recurso energético en condiciones iniciales*

| <b>Consumo energético (KW/año)</b> | <b>Factor de emisión (KgCO2/KW)</b> | <b>Emisión de CO2 (KgCO2)</b> |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 251,595.57                         | 0.615                               | 154,731.28                    |
| <b>Total</b>                       |                                     | <b>154,731.28 KgCO2/año</b>   |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia**2. Cálculo de CO2 generado por consumo energético eficiente**

En base a las propuestas de criterios sostenibles según EDGE en la edificación se calculó un nuevo consumo de energía eléctrica anual, de la misma forma esto será afectado por un factor de emisión de recurso energético en KgCO2/KW.

**Tabla 58***Emisión de CO2 emitida por recurso energético en condiciones sostenibles*

| <b>Consumo energético (KW/año)</b> | <b>Factor de emisión (KgCO2/KW)</b> | <b>Emisión de CO2 (KgCO2)</b> |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 189,275.35                         | 0.615                               | 116,404.34                    |
| <b>Total</b>                       |                                     | <b>116,404.34 KgCO2/año</b>   |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

En la tabla 59, se detalla el comparativo de emisiones de CO2 en condiciones iniciales y condiciones de eficiencia energética en el consumo hídrico.

**Tabla 59***Reducción de emisiones de CO2 en el consumo energético*

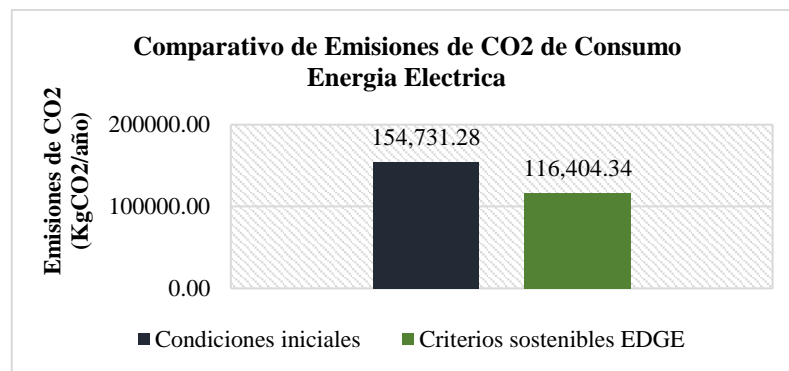
| <b>Condiciones de consumo energético</b> | <b>Emisión de CO2 (KgCO2)</b> |
|--|-------------------------------|
| Condiciones iniciales                    | 154,731.28                    |

|                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Criterios Sostenibles EDGE        | 116,404.34                 |
| <b>Emisiones de CO2 reducidos</b> | <b>38,326.94 KgCO2/año</b> |

Nota. Fuente: Elaboración propia

**Figura 84**

*Comparativo de emisiones de CO2 de consumo de energía eléctrica*



Nota: Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4.3. Energía incorporada en materiales

##### 1. Cálculo de CO2 generado por materiales de construcción en condiciones iniciales

La cantidad energía incorporada en los materiales usados en la línea base, según la modelación en la aplicación EDGE produce una emisión de 445.61 KgCO2eq/m2.

##### 2. Cálculo de CO2 generado por materiales de construcción en condiciones eficiente de materiales

La cantidad energía incorporada en los materiales usados en la línea mejorada, según la modelación en la aplicación EDGE produce una emisión de 294.10 KgCO2eq/m2.

En la tabla 60, se detalla el resultado en base a un comparativo de emisiones de CO2 en condiciones iniciales de los materiales en la

infraestructura existente en su proceso de construcción y condiciones de eficiencia en los materiales propuestos según EDGE.

**Tabla 60**

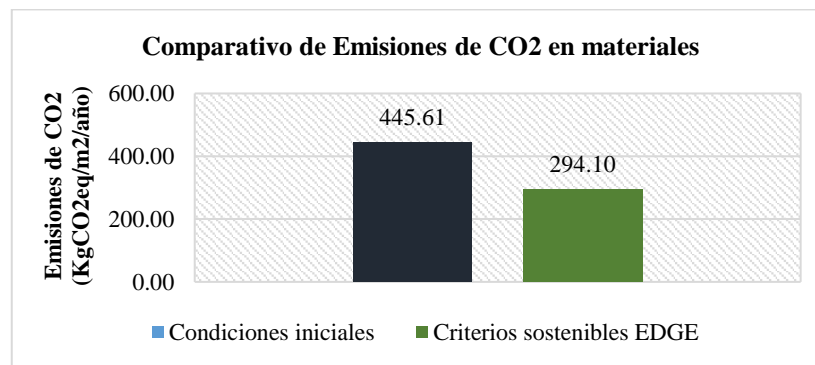
*Emisiones de CO2 según energía incorporada en los materiales*

| <b>Emisión de CO2 (KgCO2eq)</b>   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Materiales existentes             | 445.61                   |
| Materiales eficientes             | 294.10                   |
| <b>Emisiones de CO2 reducidos</b> | <b>151.51 KgCO2eq/m2</b> |

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

**Figura 85**

*Comparativo de emisiones de CO2 en materiales*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Prueba de hipótesis

#### 4.3.1. Prueba de hipótesis general

Desarrollado los criterios sostenibles en el consumo hídrico, consumo de energía, y materiales según los lineamientos de la Certificación EDGE en la edificación existente en condiciones iniciales, se logró la obtención de la eficiencia hídrica, eficiencia energética, menor energía incorporada en materiales y reducción del impacto ambiental por la reducción de emisiones de CO2 al medio ambiente.

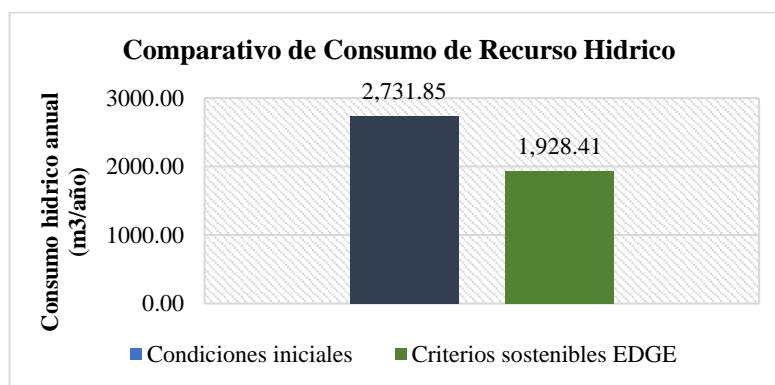
En efecto se cumple con los criterios mínimos solicitados por la Certificación EDGE, por lo cual se precisa que al implementar los lineamientos mínimos sostenibles de acuerdo a la tipología del proyecto el edificio de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la UNDAC logrará la aproximación hacia una Edificación Sostenible.

#### 4.3.2. Prueba de hipótesis específica

Hi<sub>1</sub>.- En base a los resultados obtenidos detallado en el punto 4.2 de la presente investigación, se indica que al implementar criterios sostenibles de eficiencia hídrica respecto al diseño tradicional se obtuvo una eficiencia hídrica a través del ahorro en el consumo hídrico del 29.41% equivalente a 803.44 m<sup>3</sup> al año, cumpliendo con los lineamientos mínimos de la Certificación EDGE, en efecto se menciona que la prueba de hipótesis es correcta donde se detalló que: La implementación efectiva del recurso hídrico contribuirá a lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.

**Figura 86**

*Comparativo de consumo de recurso hídrico*



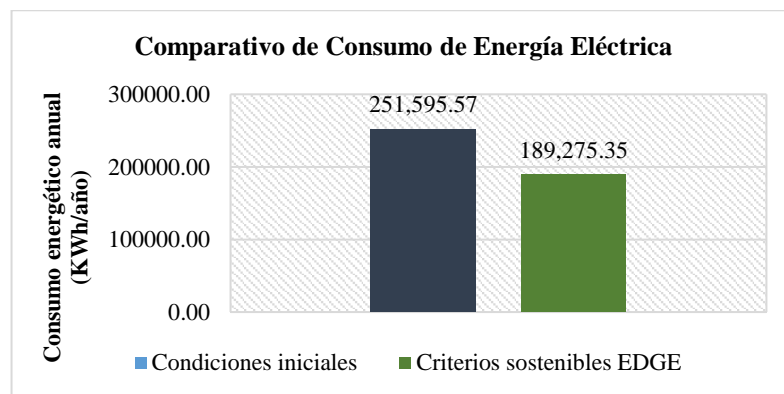
*Nota:* Fuente: Elaboración propia

Hi<sub>2</sub>.- En base a los resultados obtenidos detallado en el punto 4.2 de la presente investigación, se indica que al implementar criterios sostenibles de

eficiencia energética respecto al diseño tradicional se obtuvo un a eficiencia energética a través del ahorro en el consumo de energía eléctrica del 24.77% equivalente a 62,320.22 KWh al año, cumpliendo con los lineamientos mínimos de la Certificación EDGE, en efecto se menciona que la prueba de hipótesis es correcta donde se detalló que: La implementación efectiva del recurso energético contribuirá a lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.

### Figura 87

*Comparativo de consumo de energía eléctrica*

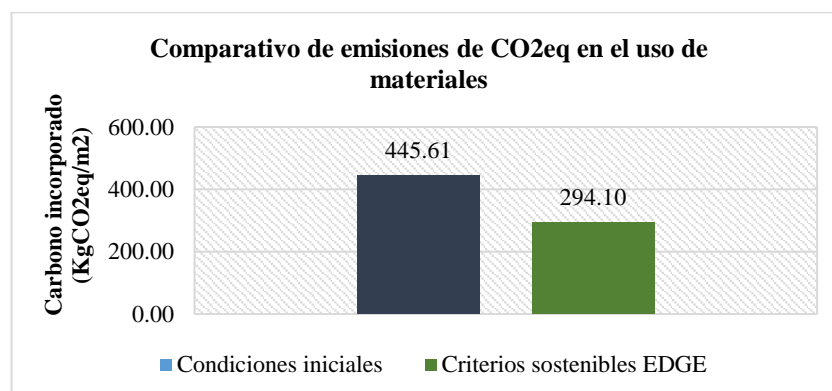


*Nota:* Fuente: Elaboración propia

Hi<sub>3</sub>.- Según la aplicación de criterios sostenibles respecto a materiales con menor energía incorporada y que ofrecen mejoras en el proceso constructivo respecto al sistema tradicional, desarrollado en el aplicativo EDGE, se obtuvo una eficiencia de 34% de materiales respecto a la emisión de KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> equivalente a una reducción de 151.51KgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup> en la edificación de la Facultad de Derecho cumpliendo con los lineamientos mínimos de la Certificación EDGE, en efecto se menciona que la prueba de hipótesis es correcta donde se detalló que: El uso de materiales con menor energía incorporada contribuirá a lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.

**Figura 88**

*Comparativo de emisiones de CO<sub>2</sub>eq en el uso de materiales*



*Nota:* Fuente: Elaboración propia

Hi<sub>4</sub>.- Como se evidencia en los análisis y cálculos resultados de la investigación, al implementar criterios sostenibles en el consumo hídrico, consumo energético y materiales usados en el proceso constructivo de la edificación que se encuentra actualmente en operación, se logra reducir las emisiones de GEI principalmente el CO<sub>2</sub> de la edificación de la Facultad de Derecho donde se obtuvo una reducción de emisión de 38,424.41 KgCO<sub>2</sub>/año, en efecto se menciona que la prueba de hipótesis es correcta donde se detalló que: La implementación de criterios sostenibles de Certificación EDGE aportará al beneficio ambiental de la edificación existente.

#### **4.4. Discusión de resultados**

Realizado la investigación se puede determinar lo siguiente:

En la actualidad a nivel mundial se están manifestando los efectos adversos del cambio climático, a causa del accionar del ser humano por el consumo desmedido de los recursos naturales y la falta de cultura en el uso de recursos renovables, para la investigación se enfocó en aplicar criterios

sostenibles en base al sistema de certificación EDGE, se logró la aproximación hacia una edificación sostenible en base a los requerimientos mínimo por EDGE.

En la edificación de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, de acuerdo al diseño tradicional y el cual a la actualidad se encuentra en operación, presenta sistemas de consumo hídrico, consumo eléctrico y un sistema constructivo tradicional, por lo cual el objetivo de la investigación es el Desarrollo de criterios sostenibles definidos por el sistema de Certificación EDGE para determinar las eficiencias respecto al diseño tradicional y lograr la aproximación hacia una edificación sostenible.

Aplicado los criterios sostenibles de eficiencia hídrica según EDGE se tuvo como resultado el ahorro en el consumo hídrico del 29.41% equivalente a 803.44 m<sup>3</sup> al año, ello se logró con el reemplazo de los aparatos y accesorios sanitarios existentes por productos eficientes de bajo consumo hídrico de la misma forma por la implementación de sistemas de recolección de aguas de lluvia y sistema de reúso de aguas grises procedentes de los lavados, este último se propone tal como lo hizo Camones y Gomez (2022) en su investigación que resulta en un ahorro de consumo hídrico considerable en una edificación multifamiliar, el uso del agua recolectada mediante estos dos sistemas se propone que abastecerá a los inodoros, urinarios y otros usos a la edificación.

En el consumo de energía aplicado los criterios de eficiencia energética según EDGE, se tuvo como resultados el ahorro en el consumo de energía eléctrica del 24.77% equivalente a 62,320.22 KWh al año respecto al consumo tradicional, valor producto de la propuesta de cambio en todo el sistema de luminarias existentes por luminarias de mayor eficiencia y de tipos LED, así

mismo el uso de luminarias con sensor de movimiento en las áreas menos ocupadas como pasadizos y escaleras, de la misma forma se alcanzó la eficiencia energética por la implementación de sistemas de consumo de energía renovable como los paneles solares fotovoltaicos y muros de cortina con vidrios fotovoltaicos en la edificación de la Facultad de Derecho. Estos resultados se asemejan a los estudios realizados por Camones y Gomez (2022) y Lecca y Prado (2019), quienes obtuvieron un ahorro de energía según el análisis e implementación de criterios sostenibles de 30.63 % y 35.96 % respectivamente.

En base al expediente técnico del proyecto de la Facultad de Derecho, se indica que en el proceso constructivo se usó materiales con energía incorporada elevada como el uso de losas macizas de concreto en todos los techos de los entrepisos, sistemas de muros no portantes con ladrillo de arcilla, por lo cual desarrollado los criterios sostenibles propuestos por EDGE mediante el uso de losas con sistema de viguetas prefabricadas aligerantes, uso de bloques de concreto King Block y madera laminada, se tiene como resultado que son materiales con menor energía incorporada, por lo cual su reducción de emisiones de GEI es eficiente con un 34% de eficiencia equivalente a una reducción de 151.51KgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>, así mismo los sistemas propuestos generan mayor producción, menor costo, menor generación de residuos y son materiales de mayor vida útil usados en el proceso constructivo de la edificación.

Respecto al impacto ambiental, según los resultados de la investigación este fue positivo, a causa del desarrollo de los criterios sostenibles en eficiencia hídrica y eficiencia energética se tuvo una reducción de emisiones de GEI equivalente a 38,424.41 KgCO<sub>2</sub>/año producto de la diferencia de las emisiones



de la línea base y la línea sostenible, de la misma forma por el uso de materiales con menor energía incorporada, la reducción de emisiones de GEI es de 151.51 KgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>. Ello indica que los criterios sostenibles desarrollados en la edificación de estudio conllevan directamente a un beneficio medio ambiental, lo que demuestra que la ingeniería es una pieza importante que puede cambiar el futuro del desarrollo de la construcción sostenible.

## CONCLUSIONES

De la investigación realizada se concluye en lo siguiente:

1. Según los resultados obtenidos detallados líneas arriba, se precisa que el desarrollo de los criterios sostenibles definidos por EDGE aplicados en la Edificación de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas, cumplen con los lineamientos mínimos para alcanzar una Edificación sostenible como indica EDGE que es lograr una eficiencia mínima del 20% en el consumo hídrico, consumo de energía y usos de materiales, así mismo los criterios sostenibles aplicados contribuyen en una forma positiva a la reducción de la contaminación ambiental a través de la disminución de emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, por lo tanto se concluye que al desarrollar los criterios sostenibles propuestos en la edificación de estudio con diseño tradicional se logra su aproximación hacia una Edificación Sostenible.
2. En el sistema actual del del consumo del recursos hídrico de la edificación en condiciones iniciales, se implementó las propuestas de criterios sostenibles de eficiencia hídrica según EDGE, resultando un impacto positivo ya que se logra un ahorro en el consumo de agua de 803.44 m<sup>3</sup>/año representando el 29.41%, este resultado nos indica que existe beneficios económicos al reducir los pagos del consumo de agua, así mismo se impulsa el consumo de aguas procedente de las lluvias ya que es un factor que se tiene que aprovechar por la ubicación de nuestra ciudad de Pasco, de la misma forma el reúso de las aguas de lavados de la edificación ya que son aguas que no presentan impurezas y de acuerdo a un tratamiento correcto su reúso es viable específicamente en la descarga de inodoros y urinarios. En resumen, los criterios sostenibles de eficiencia hídrica se asumirá múltiples beneficios, como: la conservación de recursos ya que el agua es un recurso limitado en nuestra región, reducción de costos, sostenibilidad ambiental y el establecimiento

de un ejemplo del uso óptimo y eficiente del agua en la comunidad educativa y la construcción en general.

3. La radiación solar brinda la energía solar, el cual se tiene que aprovechar su captación y transformación en energía eléctrica en los periodos de verano por la edificación, ello se demuestra que es viable ya que EDGE lo incluye dentro de sus criterios de eficiencia energética, del mismo modo el cambio de luminarias tradicionales por luminarias de mayor eficiencia, aplicado estos criterios sostenibles a la edificación de estudio se tuvo un ahorro de energía eléctrica de 62,320.22 KWh/año representando un ahorro de 24.77% respecto a la edificación actual, la energía eléctrica ahorrada se podrá usar en la climatización de los ambientes más usados por la edificación. Este resultado de ahorro de energía eléctrica presenta beneficios como: reducción de costo económico que puede ser invertidos en otros ámbitos de mejora de la edificación, reducción de emisión de GEI por la generación de electricidad al usar energía renovable y la mejora de la calidad del servicio y los usuarios de la edificación.
4. La propuesta de uso de materiales con menor energía incorporada (materiales eficientes) en el sistema constructivo de la edificación generará un ahorro de 34% en reducción de 151.51 KgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>, al usar un sistema de losas aligerantes con elementos prefabricadas, acabados de mayor durabilidad y uso de bloques de King Block de concreto en muros divisorios, estas medidas además de una menor energía incorporada que contribuye a la reducción de emisiones de GEI y la reducción de la huella ambiental, generan impactos positivos en el proceso constructivo como la optimización de tiempos, costos y reducción de residuos sólidos en la construcción.
5. Siendo el medio ambiente uno de los pilares de la sostenibilidad, en la edificación de estudio según las propuestas de criterios de certificación EDGE en eficiencia

hídrica, eficiencia energética y materiales con menor energía incorporada implementadas se logró una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> de 38,424.41 KgCO<sub>2</sub>/año, el cual es positivo ya que se cumple de forma mínima y se aporta con el compromiso del Perú en la reducción de la huella ambiental a nivel mundial.

6. La presente investigación contribuye a fomentar e impulsar el concepto de la sostenibilidad en las edificaciones de uso cultural a nivel local y nacional, así mismo presenta la intención de apoyar al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo sostenible planteados por la ONU, específicamente con los objetivos N°6, N°7, N°9 y N°11, a través de reducir los efectos negativos de las actividades humanas y de procesos que satisfagan su propias necesidades como el uso eficiente de los recursos hídricos, energéticos los cuales impulsan a la par el desarrollo económico, social y ambiental.

## RECOMENDACIONES

1. Para la aplicación de los criterios sostenibles de certificación EDGE en eficiencia hídrica como el sistema de recolección de aguas de lluvia y sistema de reúso de aguas grises, se recomienda que estas deberán de ser diseñadas e implementadas por especialistas en el rubro, a la actualidad en el mercado peruano su uso ya no es un desconocimiento, ya que existentes tecnologías que permiten su implementación, en la investigación se planteó un sistema de recolección, almacenamiento y distribución a los puntos de uso como la descarga en los inodoros y otros usos, el diseño del sistema deberá de ser por separado, el cual se encuentra como propuesta detallados en los anexos, todo ello reducirá en gran medida el consumo hídrico y brindara una economía conveniente y conciencia sostenible en la utilización de este líquido
2. Para el uso eficiente del recurso energético se recomienda la aplicación de fuentes que usen energía renovable siendo implementadas en las edificaciones ayudaría a reducir el coste y su uso, en este caso los paneles solares fotovoltaicos y/o muros de cortina fotovoltaicas con el fin de almacenar energía de los rayos solares durante el día y que estos sean usados para distintas áreas de la edificación. Los sistemas planteados en la investigación se recomiendan que su diseño e implementación deberán ser realizados por especialista en el rubro y tomando en consideración las condiciones climáticas, orientación y otros parámetros del área donde se encuentra la edificación.
3. Se recomienda fomentar la construcción sostenible en el proceso constructivo de la edificación, en los elementos más incidentes como la aplicación de sistema de prefabricados en las losas de entresijos, acabados de piso con mayor durabilidad y muros no portantes con bloques que presentan menor energía incorporada que brinda

beneficios de mayor productividad en los procesos constructivos y reducción de residuos en la construcción de la edificación.

4. Se recomienda el uso de la certificación EDGE para la implementación de criterios sostenibles en los futuros proyectos de edificación desarrollados en la Provincia de Pasco, ya que brindan criterios sostenibles que son accesibles de adaptar e implementar, así mismo compromete con el cuidado del medio ambiente, mayor beneficio económico y un desarrollo social.
5. Se recomienda realizar un análisis del costo – beneficio a mayor profundidad de la aplicación de criterios sostenibles en una edificación con las características propias del lugar donde se desarrollan, ya que en la etapa de operación los beneficios que se obtiene son manifestables, pero es mejor realizar un análisis desde el diseño y construcción del proyecto.
6. Se recomienda a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, fomentar el concepto y desarrollo de la sostenibilidad en la construcción y la innovación de nuevas tecnologías, aplicadas a nuestro departamento de Pasco, el cual se puede alcanzar con la suma de conocimientos de las Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Ambiental y otros para lograr ser uno de los departamentos comprometidos con la sostenibilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceros Arequipa. (2023). *Construyendo Seguro*.  
<https://www.construyendoseguro.com/ladrillo-pandereta-y-ladrillo-king-kong-todo-lo-que-debes-saber-sobre-estos-ladrillos/>
- Albújar Cabrera, P. E., Pichardo Inga, N. E., Polo Roca, M. E., Sánchez Felix, J. A., y Zegarra García, C. R. (2019). *Análisis Costo – Beneficio en edificaciones sostenibles con certificación EDGE, respecto a una edificación tradicional: Caso de estudio Edificio Multifamiliar en el distrito de San Borja–Lima [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]*. Repositorio Académico.  
<http://hdl.handle.net/10757/648592>
- AQUA ESPAÑA. (2016). *Guía Técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios*.  
[https://aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/2016.Guia\\_.tecnica.pluviales.pdf](https://aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/2016.Guia_.tecnica.pluviales.pdf)
- AQUA ESPAÑA. (2016). *Guía Técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios*.  
<https://aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Guia.tecnica%20grises.pdf>
- Ardiles Bolaños, G. R. (2021). *Factores críticos en la adopción de criterios de sostenibilidad ambiental en la planificación de edificaciones residenciales en Arequipa metropolitana [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]*. Repositorio Académico.  
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e35eb7c3-1c88-41ab-8c93-66f79a57fcc7/content>

- Asalde Vargas, O. M., y Chávez Ignacio, W. (2020). *Comparación de presupuestos entre edificaciones tradicionales y edificaciones sostenibles con certificación EDGE [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/3897>
- Barragán Llanos, R. A., y Llanes Cedeño, E. A. (2020). LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL EN EL ECUADOR A PARTIR DEL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 24(104), 36-46. <https://doi.org/10.47460/uct.v24i104.364>
- BBVA. (24 de Noviembre de 2022). *¿Qué es la sostenibilidad ambiental y que responsabilidad tienen las empresas?* <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-sostenibilidad-ambiental-y-que-responsabilidad-tienen-las-empresas/>
- Camones Mesta, A. B., y Gomez Larrea, B. C. (2022). *Análisis de la construcción sostenible a nivel de certificación EDGE para la mitigación del impacto ambiental en una edificación multifamiliar en San Borja [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5900>
- CIIFEN. (s.f.). *¿Qué es el Cambio Climático?* <https://ciifen.org/que-es-el-cambio-climatico/#>
- Del Toro & Antúnez ARQUITECTOS. (Enero de 2019). *Sustentable & Sostenible*. <https://blog.deltoroantunez.com/2019/01/evitar-inodoro-gran-consumidor-agua.html>



EDGE. (27 de Junio de 2023). *Sistema de Certificación EDGE*.  
<https://edge.gbci.org/home?language=es>

Edge Building. (2023). *EDGE - Estudio de Proyectos*. <https://edgebuildings.com/project-studies/>

Frohmann, A., y Olmos, X. (2013). *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático*. Naciones Unidas, CEPAL.  
<https://digitallibrary.un.org/record/777455?ln=es>

Gamarra Tupac Yupanqui, A. A., Godiño Vilchez, F. E., Huaihua Rojas, E. D., Huaman Izquierdo, D. I., y Villavicencio Vilcapoma, J. E. (2022). *Incorporación de paneles fotovoltaicos al circuito de instalaciones eléctricas [Trabajo de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio Académico.  
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21569>

GBC Peru. (Julio de 2023). *Peru Green Building Council* .  
<https://gbcpe.org/site/conocenos>

Grupo JC2. (2023). *Productos King Block*. <https://grupojc2.com.pe/prefabricados-concreto/king-block-prefabricados-concreto/>

Guerrero, P. (2016). *Edificación y eficiencia energética en los edificios*.  
[https://elibro.net/es/lc/bibliourp/login\\_usuario/?next=/es/ereader/bibliourp/43901/?page=1](https://elibro.net/es/lc/bibliourp/login_usuario/?next=/es/ereader/bibliourp/43901/?page=1).

Guevara Diaz, Y. G. (2020). *Sistema de captación de agua pluvial para abastecer el consumo familiar de agua potable, distrito de Moyobamba – 2018 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]*. Repositorio Institucional.  
<http://hdl.handle.net/11458/3916>

- Hidrología Sostenible. (Noviembre de 2020). *Las 10 mejores tecnologías para ahorrar agua, a revisión*. <http://www.hidrologiasostenible.com/las-10-mejores-tecnologias-para-ahorrar-agua-en-una-vivienda-a-revision/>
- Hygolet. (Junio de 2015). *Ahorra agua instalando un fluxómetro en casa*. <https://hygolet.com.mx/blog/ahorra-agua-instalando-un-fluxometro-en-casa/>
- IFC. (2021, 26 de octubre). *Guía del Usuario EDGE Version 3.0*. <https://edgebuildings.com/wp-content/uploads/2022/07/2022001613SPAspa001.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales* 2022. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1877/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1877/libro.pdf)
- Lecca Díaz, G. K., y Prado Canahuire, L. A. (2019). *Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]*. Repositorio Académico. <http://hdl.handle.net/10757/625743>
- León Romero, L. M. (2017). *Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en zonas residenciales*. Repositorio Académico. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7603>
- Lovera Cabrera, L. S., y Quispe Catari, Q. O. (2021). *Propuesta de plan de mejora en la gestión de agua y energía para la mitigación de Impactos Ambientales en edificios multifamiliares existentes de cinco pisos basado en recomendaciones*

EDGE. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

Repositorio académico. <http://hdl.handle.net/10757/656884>

Lugo Díaz, D. M. (2021). *Parámetros de construcción de vivienda sostenible en Bogotá y mitos vs realidades en proyectos sostenibles [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/10983/25696>

Mayer, F. (10 de Julio de 2019). *Construcción e Industria*. <https://www.construccioneindustria.com/el-crecimiento-de-las-certificaciones-de-construccion-sostenible-en-el-peru/>

Ministerio de Energía y Minas. (2023). *Balance Nacional de Energía 2021*. [https://www.minem.gob.pe/\\_publicacion.php?idSector=12&idPublicacion=664](https://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=12&idPublicacion=664)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Código Técnico de Construcción Sostenible*. Diario Oficial el Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1976353-3>

Ministerio del Ambiente. (2023). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2000 - 2019*. <https://infocarbono.minam.gob.pe/inventarios-nacionales-gei/>

Miranda Sara, L., Neira Avalos, E., Torres Méndez, R., y Valdivia Sisniegas, R. (2018). La construcción sostenible en el Perú. *Foro Ciudades para la Vida*, 38-47. [https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2018/12/la\\_construccion\\_sostenible\\_en\\_el\\_peru.pdf](https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2018/12/la_construccion_sostenible_en_el_peru.pdf)

Moreira Macías, E. L., Toala Zambrano, M. M., y Loor Cheve, J. N. (2019). *Construcciones Sostenibles: Materiales Ecológicos en viviendas de interés social*

(VIS) como aporte al hábitat urbano. *DAYA. Diseño, Arte y Arquitectura*, 67-81.

<https://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/daya/article/view/248/343>

Muñoz Ariza, M. A. (2020). *Construcción sostenible en Colombia: Aproximaciones, indicadores, y aplicación al caso de estudio del Centro Cívico de la Universidad de Los Andes [Tesis de pregrado, Universidad de los Andes]*. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/44923>

OnyxSolar. (2023). *Vidrio Fotovoltaico*. <https://onyxsolar.com/product-services/amorphous-pv-glass>

Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). *Acción por el clima*. Retrieved 15 de Junio de 2023, from <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

Osma Pinto, G. A., y Ordoñez Plata, G. (2010). Desarrollo sostenible en edificaciones. *Revista UIS Ingenierías*, 9(1), 103-121. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/1060>

Pari Quispe, P. (2018). *Reutilización de Aguas Grises Domésticas ante la Insuficiencia de Agua Potable en Edificios Multifamiliares - Lima [Tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/782>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente . (2022). *Informe sobre la Brecha de Emisiones 2022*. <https://www.unep.org/es/resources/informe-sobre-la-brecha-de-emisiones-2022>

Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente. (2022). *Informe sobre la situación mundial de la edificación y la construcción 2022*. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/41133>

PROMART HOMECENTER. (2023). *Inodoros y asientos*. <https://www.promart.pe/>

Quispe Humpire, L. T., Díaz Calderón, L. M., Maquera Ccapacca, C. E., y Boluarte Siles, D. A. (2022). *Plan de implementación de construcción sostenible y certificación ambiental en un edificio mixto - Cusco [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/21551>

Ramon Espinoza, J. R. (2022). *Estudio del conocimiento de ética ecológica en los pobladores del Distrito de Chaupimarca para promover el desarrollo sostenible – Pasco – 2021 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]*. Repositorio Institucional. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2629>

Reyes Gutiérrez, M. (2023). *Tratamiento y reciclaje de aguas grises en edificios sostenibles aplicando biotecnología. CoLab Building*. <https://collabim.org/articulos/20/tratamiento-y-reciclaje-de-aguas-grises-en-edificios-sostenibles-aplicando-biotecnologia>

Rivera Bedón, D. R., y Toapanta Cabascango, J. A. (2021). *Plan de proyecto de certificación EDGE en los diseños y construcciones de entidades financieras, para la empresa JASSATELECOM [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]*. Repositorio Institucional. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/55493/1/T-70709%20RIVERA%20BED%C3%93N%20-%20%20TOAPANTA%20CABASCANGO.pdf>

Romero Ccarhuarupay, M. C., Warthon Salgado, R., Secca Blanco, F. N., Payva Aquino, R. C., y Vera Valer, R. (2020). *Beneficios de Construir Edificaciones*

*multifamiliares con Certificación EDGE en la zona 3 del distrito de Cusco, en base a los bonos de la Ordenanza Municipal N° 25-2019-MPC [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico.*  
<http://hdl.handle.net/10757/655679>

USGBC. (05 de Junio de 2023). *Sistema de Calificación LEED*. Retrieved 25 de Junio de 2023, from <https://www.usgbc.org/leed>

Vargas Cordero, Z. R. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 115-165.  
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

Vázquez Conde, R. (2014). *Ecología y Medio Ambiente*. Grupo Editorial Patria.  
[https://www.academia.edu/38262666/Ecologia\\_y\\_Medio\\_ambiente\\_2\\_edicion](https://www.academia.edu/38262666/Ecologia_y_Medio_ambiente_2_edicion)

Zarta, Á. P. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, 409-423.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>

## **ANEXOS**

Anexo 01.- Instrumento de recolección de datos

- Planos del expediente técnico

- Fichas técnicas

- Registro fotográfico

Anexo 02.- Matriz de consistencia

Anexo 03.- Informe de aplicación EDGE

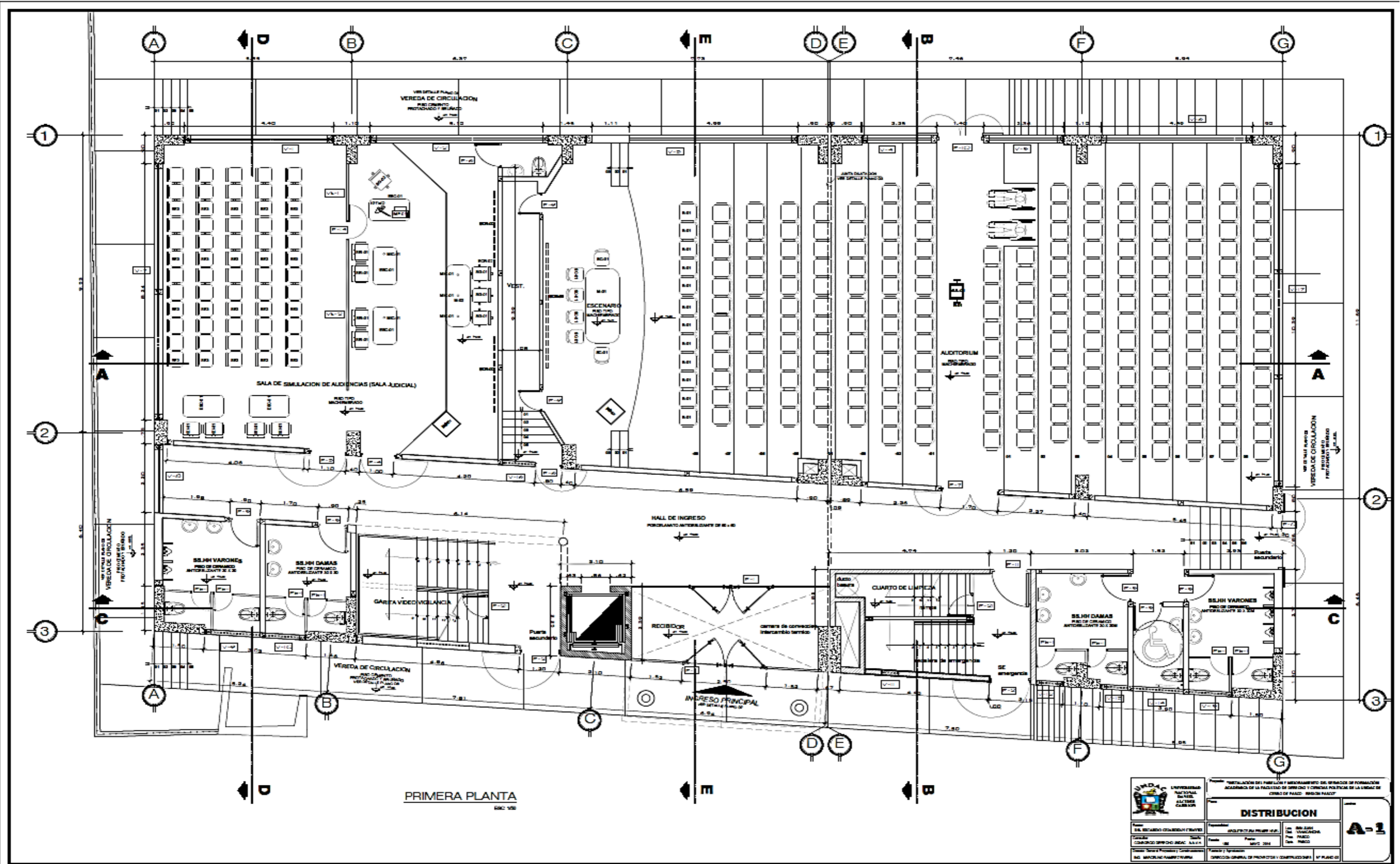
Anexo 04.- Planos de propuestas sostenibles

Anexo 05.- Fichas de validación y confiabilidad

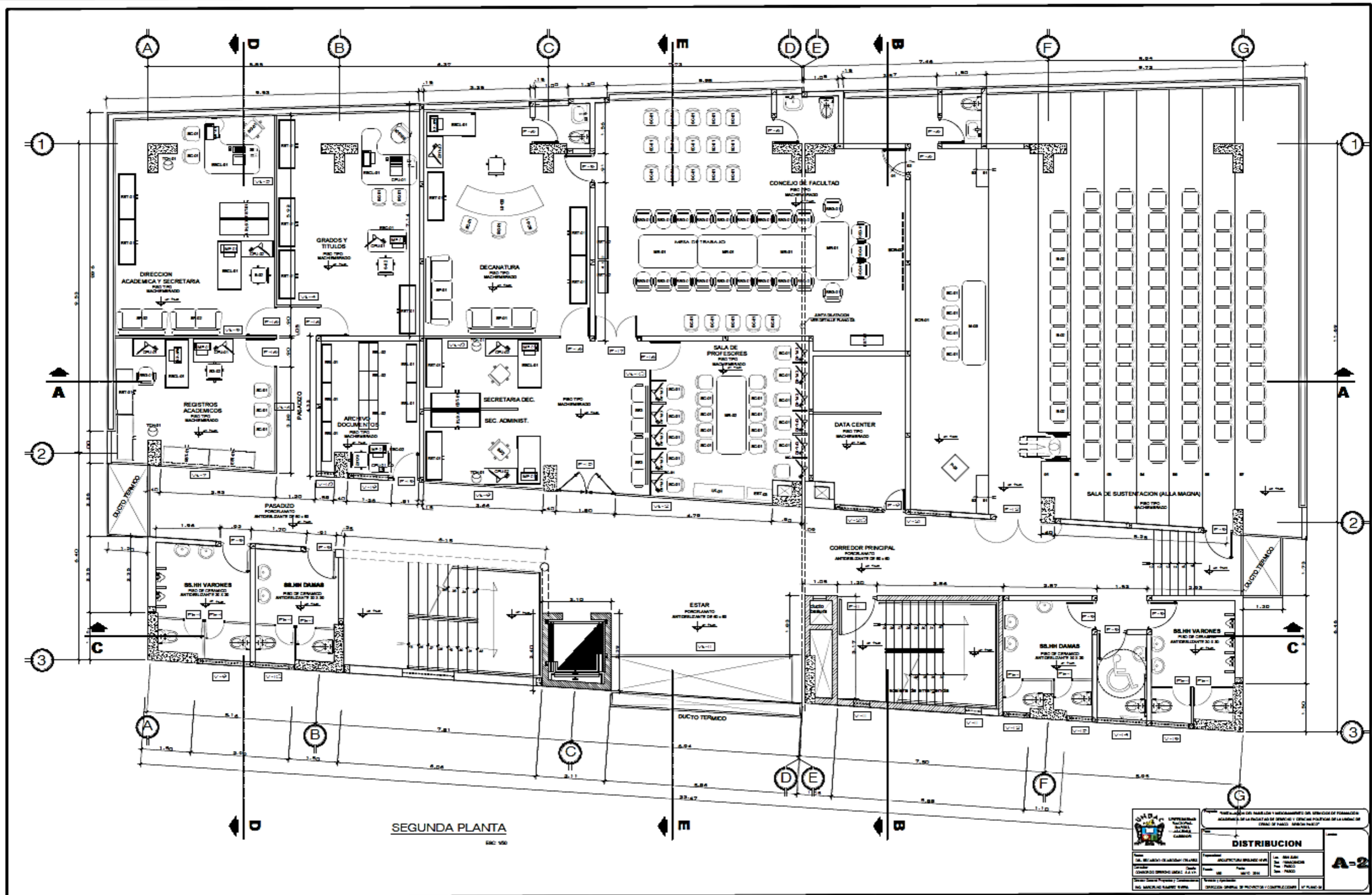
**Anexo 01**  
**Instrumento de recolección de datos**



# Planos del expediente técnico

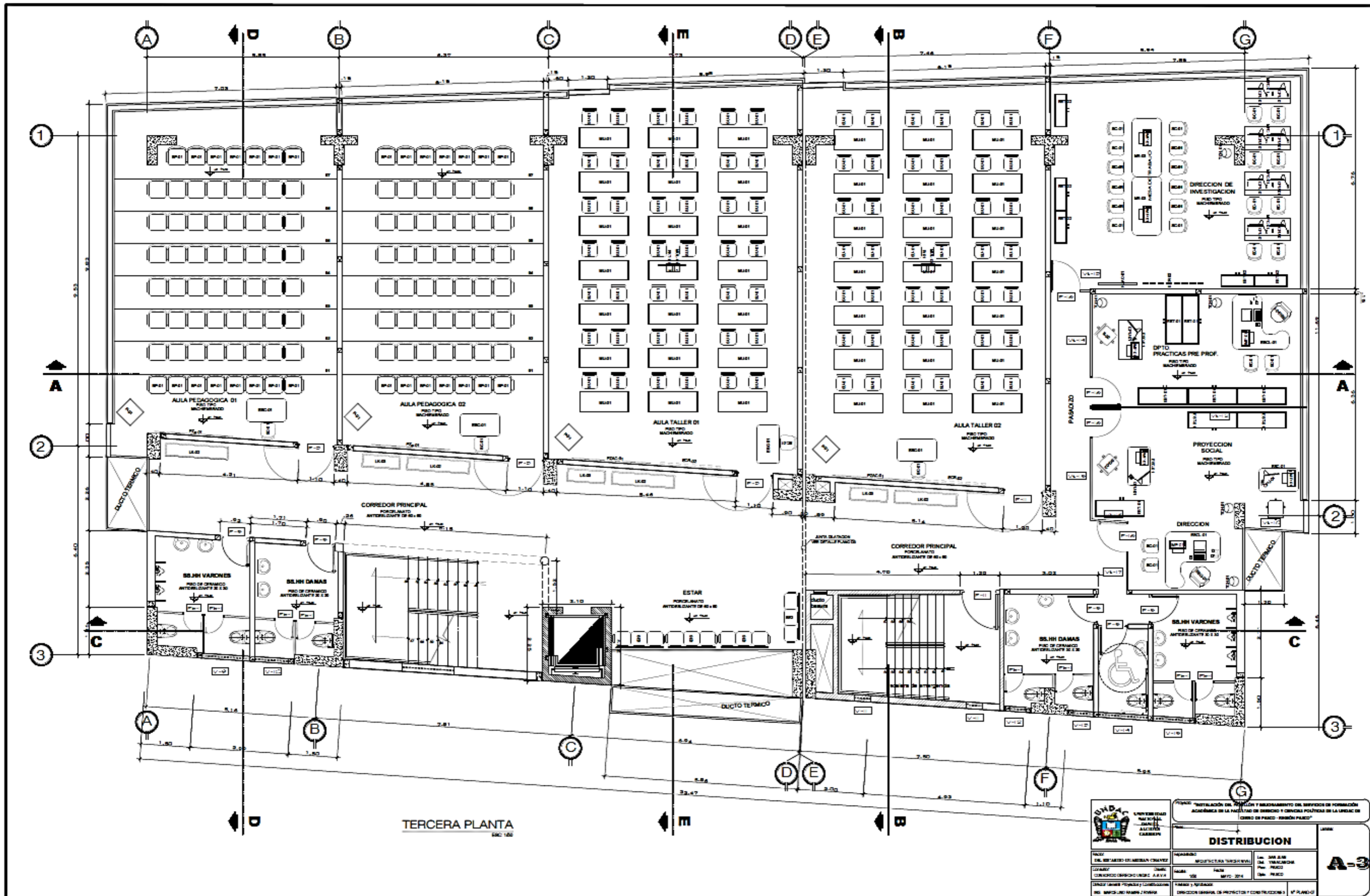


|  |                                     |  |     |
|--|-------------------------------------|--|-----|
|  | UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARCOS     | "REGULACION DEL PABLON Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE FORMACION ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS DE LA UMSA DE Cusco DE PABLO - MARCO PABLO" |     |
|  | ALCALDE CUSCO                       | <b>DISTRIBUCION</b>  |     |
| EL SEÑOR DON RAFAEL TRAYE<br>CUSCO<br>CUSCO<br>CUSCO | PROYECTO DE PABLO<br>PABLO<br>PABLO | DE DERECHO<br>DE DERECHO<br>DE DERECHO   | A-1 |

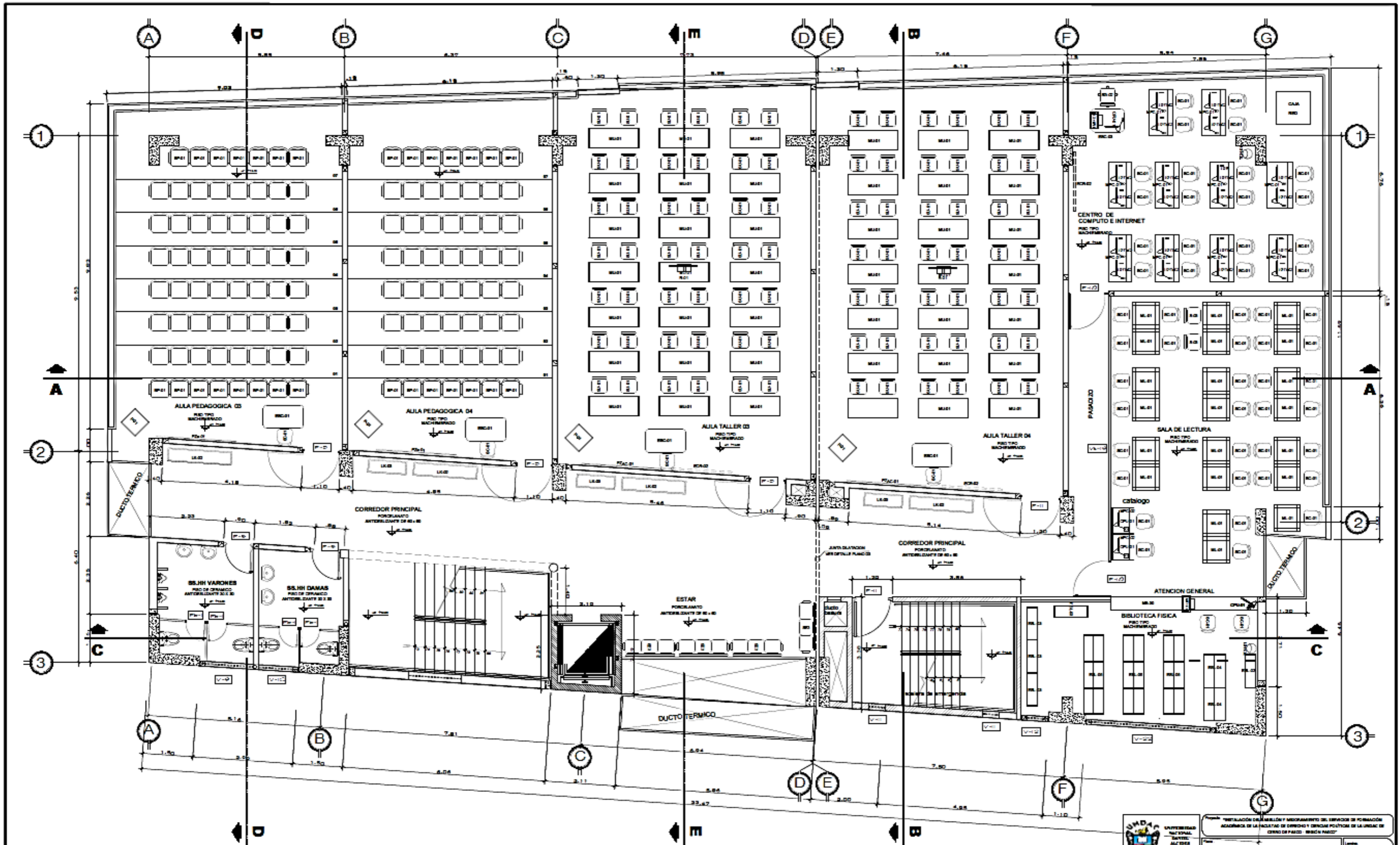


SEGUNDA PLANTA  
ESC 100

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | INSTITUCIÓN DEL PASADIZO Y SERVICIOS DE SERVICIOS DE FORMACIÓN ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS DE LA UNIÓN DE PASADIZO - UNIÓN PASADIZO |  |
| <b>DISTRIBUCION</b>  |  | <b>A-2</b>   |  |
| Esc. 100<br>UNIÓN PASADIZO<br>UNIÓN PASADIZO<br>UNIÓN PASADIZO | Esc. 100<br>UNIÓN PASADIZO<br>UNIÓN PASADIZO<br>UNIÓN PASADIZO | Esc. 100<br>UNIÓN PASADIZO<br>UNIÓN PASADIZO<br>UNIÓN PASADIZO   | Esc. 100<br>UNIÓN PASADIZO<br>UNIÓN PASADIZO<br>UNIÓN PASADIZO |

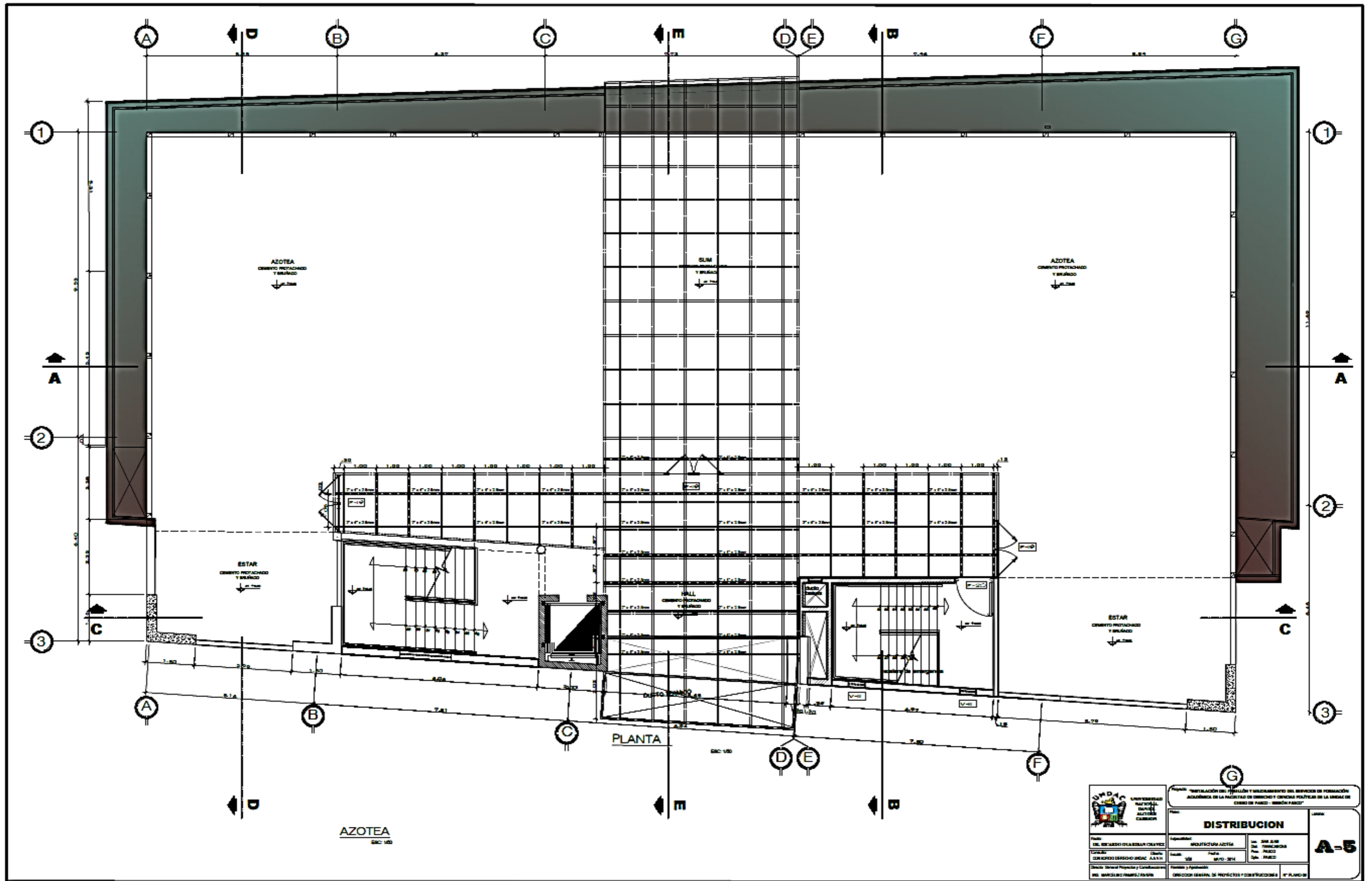


|   |  |   |                  |
|---|--|---|------------------|
|   |  | TÍTULO: "INSTALACIÓN DEL PASEO Y MEJORAMIENTO DE SERVICIOS DE FORMACIÓN ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS POLÍTICAS DE LA UNIÓN DE CURSOS DE PASEO - RIBÓN PASEO" |                  |
|   |  | <b>DISTRIBUCIÓN</b>   |                  |
| AUTOR:<br>DR. ESTEBAN GUERRA CRUZ                                 | DISEÑO:<br>INGENIERO CIVIL<br>MTC 2014 | LUGAR:<br>UN. SAN JUAN DE TRUJILLO  | ESCALA:<br>1:500 |
| FECHA:<br>2014  | PROYECTO:<br>MTC 2014                  | INSTITUCIÓN:<br>UNI   | PLAN:<br>A-3     |
| OBSERVACIONES:<br>DIRECCIÓN GENERAL DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES |  | N° PLANO: 0   |                  |



CUARTA PLANTA  
ESC. 102

|   |  |   |            |
|---|--|---|------------|
|   |  | INSTITUCIÓN DE CALIFICACIÓN Y MEDICIÓN DE SERVICIOS DE FORMACIÓN ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS FÍSICO-MATEMÁTICAS DE LA UNMSM DE CENTRO DE PÁGOS - INGENIERÍA PÁGOS |            |
| <b>DISTRIBUCION</b>   |  |   |            |
| Autor: <b>DR. JUAN JOSÉ VILLALBA</b><br>Diseñador: <b>ING. JUAN JOSÉ VILLALBA</b><br>Cliente: <b>UNMSM</b><br>Dirección General de Proyectos y Construcción | Proyecto: <b>RECONSTRUCCIÓN DEL CENTRO DE PÁGOS</b><br>Fase: <b>PROYECTO</b><br>Fecha: <b>2014</b><br>Escala: <b>1:100</b> | Autor: <b>ING. JUAN JOSÉ VILLALBA</b><br>Diseñador: <b>ING. JUAN JOSÉ VILLALBA</b><br>Cliente: <b>UNMSM</b><br>Dirección General de Proyectos y Construcción                            | <b>A-4</b> |



|   |   |   |                                      |
|---|---|---|--------------------------------------|
| <br>UNIVERSIDAD NACIONAL<br>DEL ALTIPLANO<br>CUZCO | Proyecto: "INSTALACIÓN DEL PUEBLÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE FORMACIÓN ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS POLÍTICAS DE LA UNIDAD DE CUZCO DE PARCO - UNIÓN PARCO" |   |                                      |
|   | <b>DISTRIBUCION</b>   |   |                                      |
| Fecha: 08/06/2018<br>Lugar: Cuzco   | Autor: ING. JUAN ANTONIO VILLALBA<br>Fecha: 08/06/2018  | Escala: 1:100<br>Hoja: 01 de 01   | Tipo: PLANTA<br>Objeto: DISTRIBUCION |
| Escala: General Propuesta y Construcción<br>DEL MARQUESE/PROYECTO   |   | Fecha y Firmado:<br>DISEÑO GENERAL DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN 1º PLANTA |                                      |

**A-5**

## Anexo 01

### Fichas técnicas

Grifo de bajo flujo para lavados con temporizador de 4.2lts/min – 6lts/min

Sanitarios  
**TREBOL**



LÍNEA  
**TEMPORIZADAS**

Código: 610004552

#### LLAVE 1/2" PARA LAVATORIO



Llave de lavatorio al mueble con sistema de cierre temporizado.

Cuerpo y pulsador de bronce pesado.

Sistema de cierre temporizado de 4 a 6 segundos.

Aerador anti-vandálico Neoperl, que incluye herramienta para mantenimiento.

Filtro interno para evitar que impurezas del caudal, deterioren el producto.

Durable y resistente ante altas condiciones de tránsito (500,000 ciclos de uso)

Cumple los requerimientos LEED de consumo de agua.

#### Funcionamiento

Presión recomendada de:

Mínima de 15 PSI

Máxima de 75 PSI

Temperatura recomendada hasta 50°C

#### Cumple con normas:

Hermeticidad: EN816 Automatic shut-off tapware and ASME A112.18.1/CSA B125.1 Plumbing Supply Fittings

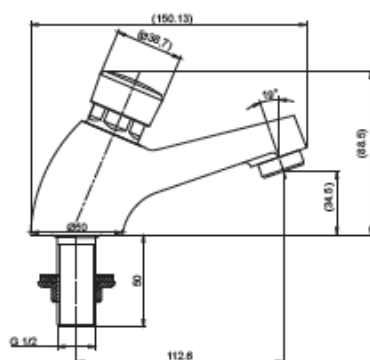
Plumbing Supply Fitting

Calidad de recubrimiento: EN248, Sanitary tapware-General specification for electrodeposited coatings Ni-Cr.

Neutral Salt Spray Test (200hours) or Acetic Acid Salt Spray Test (24hours) according to ISO 9227 and ISO10289

#### Garantía

Sin límite de tiempo contra cualquier defecto de fabricación.



#### Medidas nominales packing

##### Dimensiones:

Ancho: 180mm

Fondo: 128mm

Alto: 52mm

#### Material

Bronce

#### Peso:

0.78 Kg

## Fichas técnicas

### Flujómetro para inodoro Trebol – 3.8lts/descarga

Sanitarios  
**TREBOL**



LÍNEA  
**FLUXOMETROS**

Código: 610004561

#### FLUXOMETRO INDIRECTO PARA INODORO 3.8L



Flujómetro mecánico de 3.8 L para inodoro, con descarga indirecta con palanca.

Sistema de cierre por compensación de presión, con accionamiento por palanca de 3.8L.

Brida de bronce para conexión con el sanitario.

Sistema anti-sifónico incluido en el tubo de bajada, por su interruptor anti vacío.

Función Non-Hold stop, que impide desperdiciar agua, aún así la palanca siga activada.

#### Material y características

Cuerpo de bronce cromado estampado.

Conexión al punto de agua 1"NTP

Tubería de alimentación de agua mínima 1 1/4".

#### Funcionamiento

Presión recomendada de:

Mínima de 20 PSI

Máxima de 80 PSI

Temperatura recomendada hasta 50°C

#### Cumple con normas:

ASSE1037-2015/ ASME A112.1037-2015/CSA B125.37-15 - Performance requirements for pressurized flushing devices for plumbing fixtures.

ASME A112.18.3, ASSE 1001/CSA B64.1.1 - Performance requirements for backflow protection devices and systems in plumbing fixture fittings.

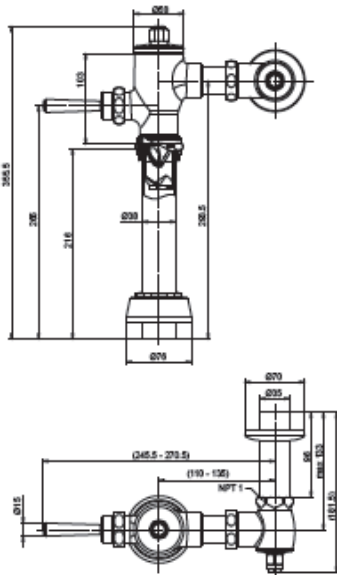
Plumbing Supply Fitting

Calidad de recubrimiento: EN248, Sanitary tapware-General specification for electrodeposited coatings Ni-Cr.

Neutral Salt Spray Test (200hours) or Acetic Acid Salt Spray Test (24hours) according to ISO 9227 and ISO10289

#### Garantía

Sin límite de tiempo contra cualquier defecto de fabricación.



#### Medidas nominales packing

Dimensiones:

Ancho: 320mm

Fondo: 160mm

Alto: 125mm

#### Material

Bronce

#### Peso neto aprox.

2.24 Kg

## Fichas técnicas

### Fluxómetro para urinario Vainsa – 1.5 lts/descarga

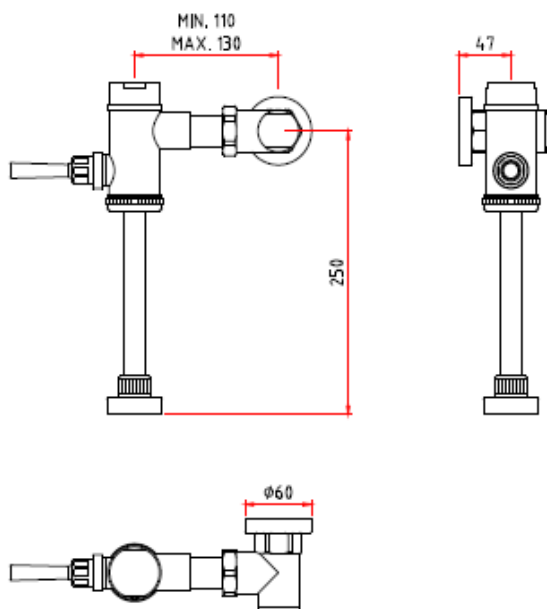
**CÓDIGO : 23003000**

Fluxómetro mecánico para urinario descarga indirecta palanca con acabado duracrom.

COLECCION : FLUXÓMETROS

USO : BAÑO

**VAINSA**  
GRIFERÍA Y SANITARIOS



#### DESCRIPCIÓN

- » Moderno Sistema de cierre por compensación de presiones entre la toma de agua y pistón.
- » Producto con acabado DURACROM exclusivo de Vainsa, asegura la estética y acabado del producto con el paso del tiempo.
- » Accionamiento mecánico para la descarga con palanca
- » Válvula reguladora de caudal
- » Incluye folletos informativos para una adecuada instalación.
- » Presión de trabajo recomendable: 50 PSI como máximo para fluxómetros VAINSA.
- » Diseño exclusivo para trabajos en situación de baja presión.
- » Conexión al punto de agua G 3/4"
- » Fluxómetro compatible para urinarios Fass y toda la línea Institucional de sanitarios Vainsa.

#### MATERIAL

- » Cuerpo en bronce estampado con exclusivo acabado DURACROM
- » Cuerpo de válvula reguladora de caudal en bronce estampado con exclusivo acabado DURACROM.
- » Postizo para conexión al punto de agua en bronce maquinado con exclusivo acabado DURACROM
- » Tapa para fluxómetro urinario estampado en bronce exclusivo acabado DURACROM
- » Tubo para descarga en acero inoxidable.
- » Palanca para accionamiento mecánico de acero inoxidable.
- » Canoplas de bronce con exclusivo acabado DURACROM.
- » Brida para acople al urinario de Nylon.

#### CAUDAL

- » 1.0 lt (0.27 GL) - 1.5 lt (0.40 GL) De descarga por ciclo.

Estas dimensiones y especificaciones están sujetas a cambio sin previo aviso.

CONSULTAR LISTA DE PRECIOS EN LA ZONA DE DESCARGA  
PARA INFORMACIÓN DE PRECIOS INGRESAR A [WWW.VAINSA.COM](http://WWW.VAINSA.COM)  
O CONTACTARSE A LOS TELÉFONOS: **604 4646**

V02



## Fichas técnicas

### Luminaria de Panel LED de 48W, eficiencia 83.33Lm/W

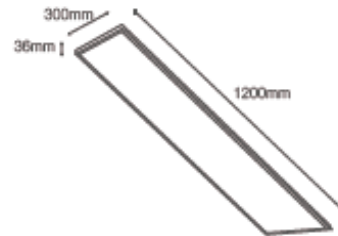
# Panel LED para Adosar

Paneles LED- Iluminación Comercial

63-301/LED/48W/60K/M | 145298 | T001-L003-F013-S002 | 7750902115434



#### Dimensiones



#### Datos técnicos

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Potencia             | 48W       |
| Temp. de color       | 6000K     |
| Lúmenes              | 4000Lm    |
| Eficiencia           | 83.33Lm/W |
| Voltaje              | 100-240V  |
| Frecuencia           | 50-60Hz   |
| Índice de Protección | IP20      |
| Tiempo de vida       | 30,000 h. |
| On/Off               | 20,000    |

#### Descripción

Luminaria tipo Panel LED 48W para adosar. Uso en interiores. Brinda iluminación homogénea. Diseñado para proporcionar agradable confort visual.

#### Características de la Luminaria

- Material cuerpo: Aluminio
- Material difusor: Policarbonato
- Acabado: Mate
- Dimensiones cuerpo: 1200x300x36mm
- Colores: ○

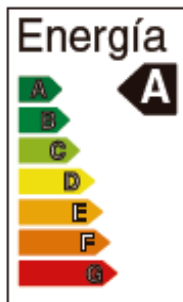
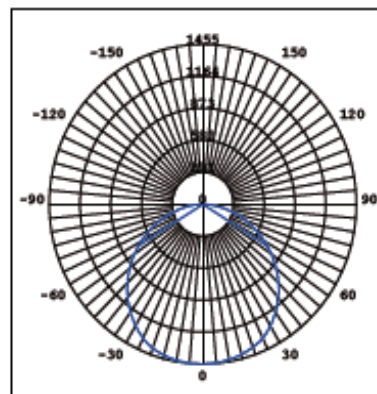
#### Usos

- Espacios Comerciales
- Residenciales
- Oficinas

#### Atributos

- Encendido instantáneo
- Libre de mercurio
- Baja emisión de calor
- Protección medio ambiente

#### Fotometría



## Fichas técnicas

### Luminaria Downlight LED de 48W, eficiencia 80Lm/W

# Downlight LED para Adosar

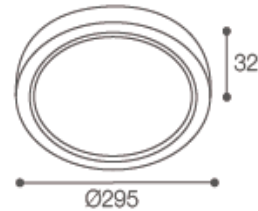


Downlight - Iluminación Comercial

|                       |  |        |  |                     |  |               |
|-----------------------|--|--------|--|---------------------|--|---------------|
| 63-114/LED/24W/60K/BK |  | 145642 |  | T001-L004-F012-S001 |  | 7750902117964 |
| 63-114/LED/24W/60K/CH |  | 145643 |  | T001-L004-F012-S001 |  | 7750902117971 |
| 63-114/LED/24W/60K/SL |  | 145644 |  | T001-L004-F012-S001 |  | 7750902117988 |
| 63-114/LED/24W/30K/SL |  | 145645 |  | T001-L004-F012-S001 |  | 7750902117995 |



#### Dimensiones





#### Datos técnicos

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| W                    | 24W                 |
| K                    | 3000K<br>6000K      |
| Lm                   | 1870Lm<br>1920Lm    |
| Lm/W                 | 77.91Lm/W<br>80Lm/W |
| V                    | 100-240V            |
| Hz                   | 50-60Hz             |
| Índice de Protección | IP20                |
| CRI                  | 80                  |
| Lifetime             | 30,000 h.           |

#### Descripción

Downlight LED 24W fijo circular para adosar a techos. Cuerpo compuesto de aluminio extruido acabado en pintura de poliéster en polvo con pre-tratamiento de fosfocromatizado disponible en blanco. Downlight LED funciones avanzadas de alta potencia de la tecnología LED, lo que maximiza la salida de luz y la eficiencia, eliminando la necesidad de cambiar lámparas.

#### Características de la Luminaria

- Material cuerpo: Aluminio
- Material difusor: Policarbonato
- Acabado: Satinado
- Dimensiones cuerpo: Ø295x32mm
- Colores:     
Silver - Champagne - Negro

#### Usos

- Interiores Comerciales
- Residenciales
- Baños
- Depósitos
- Sótanos
- Escaleras
- Lavanderías

#### Atributos

- Encendido instantáneo
- Libre de mercurio
- Baja emisión de calor
- Protección medio ambiente



## Fichas técnicas

### Luminaria Downlight LED de 18W, eficiencia 80Lm/W

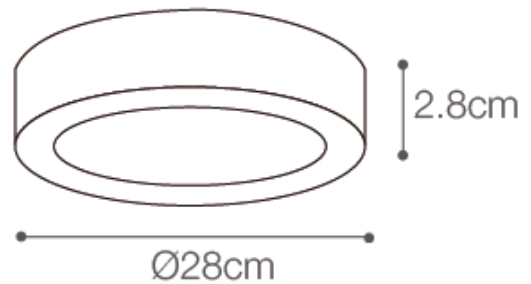
# Downlight LED 18W para Adosar

Downlight - Iluminación Comercial

84-500/LED/18W/60K/SL | 147140 | T001-L004-F012-S001 | 7750902115953



#### Dimensiones



#### Datos técnicos

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| W                    | 18W       |
| K                    | 6000K     |
| Lm                   | 1440Lm    |
| Lm/W                 | 80Lm/W    |
| V                    | 170-265V  |
| Hz                   | 50-60Hz   |
| Índice de Protección | IP20      |
| CRI                  | 80        |
| Lifetime             | 25,000 h. |

#### Descripción

Downlight LED 18W fijo circular para adosar a techos con funciones avanzadas de alta potencia de la tecnología LED, lo que maximiza la salida de luz y la eficiencia, eliminando la necesidad de cambiar lámparas.

#### Características de la Luminaria

-Material cuerpo: Aluminio  
-Material difusor: Poliestireno  
-Acabado: Satinado

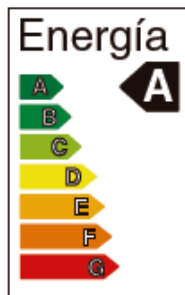
-Dimensiones cuerpo: Ø280x28mm  
-Colores:  Silver

#### Usos

-Interiores Comerciales  
-Residenciales  
-Salas de conferencia  
-Espacios comunes  
-Cocina  
-Vestibulos  
-Pasillos

#### Atributos

-Encendido instantáneo  
-Libre de mercurio  
-Baja emisión de calor  
-Proteccion medio ambiente



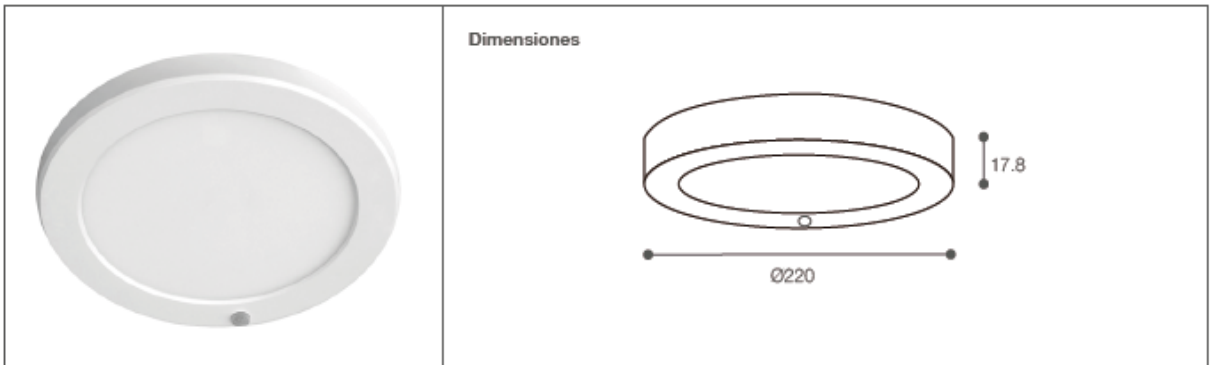
## Fichas técnicas

### Luminaria Downlight LED de 18W con sensor de movimiento, eficiencia 80Lm/W

# Downlight LED para Adosar - Con Sensor de Movimiento

Downlight - Iluminación Comercial

11-907R/LED/18W/60K/WH | 146122 | T001-L004-F012-S001 | 7750902119517



#### Datos técnicos

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Potencia             | 18W       |
| Temp. de color       | 6000K     |
| Lúmenes              | 1600Lm    |
| Eficiencia           | 88.8Lm/W  |
| Voltaje              | 180-265V  |
| Frecuencia           | 50-60Hz   |
| Índice de Protección | IP20      |
| CRI                  | 80        |
| Tiempo de vida       | 25,000 h. |

#### Descripción

Downlight LED 18W fijo circular para adosar a techos. Incluye sensor de movimiento con rango de detección entre 4 a 6 metros. Funciones avanzadas de alta potencia de la tecnología LED, lo que maximiza la salida de luz y la eficiencia, eliminando la necesidad de cambiar lámparas.

#### Características de la Luminaria

- Material cuerpo: PBT (Polímero termoplástico)
- Material difusor: PC(Policarbonato)
- Acabado: Mate
- Dimensiones cuerpo: Ø220x17.8mm
- Colores: Blanco

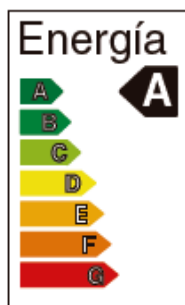
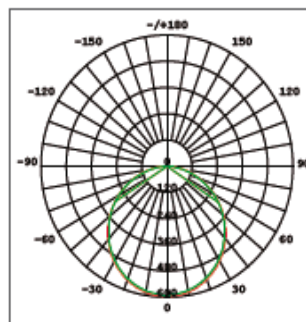
#### Usos

- Interiores Comerciales
- Residenciales
- Salas de conferencia
- Espacios comunes
- Cocina
- Vestibulos
- Pasillos

#### Atributos

- Encendido instantáneo
- Libre de mercurio
- Baja emisión de calor
- Protección medio ambiente

#### Fotometría:



## Fichas técnicas

### Panel Fotovoltaico tipo monocristalino de 347.75W



-  144 Células MBB 72S 2P
-  Tecnología Half Cell Mono PERC
-  Mayor potencia de salida
-  Diseño ligero
-  Rendimiento con poca luz
-  Mayor eficiencia de conversión del módulo

#### GARANTÍA

Garantía lineal de Potencia



| Años | Potencia (%) |
|------|--------------|
| 1    | 100          |
| 5    | 96.5         |
| 10   | 93           |
| 15   | 89.5         |
| 20   | 86           |
| 25   | 84.5         |

-  Tolerancia positiva de vatios
-  12 Años de garantía del producto
-  25 Años de garantía de potencia lineal

## Fichas técnicas

### Panel Fotovoltaico tipo monocristalino de 347.75W

| Datos Eléctricos STC                            |  | EM460-PH |
|---|--|----------|
| Tipo de módulo                                  | 460M Half cell Mono PERC               |          |
| Máxima potencia (Wp)                            | 460 Wp                                 |          |
| Corriente de potencia máxima (I <sub>mp</sub> ) | 10,92 A                                |          |
| Voltaje de potencia máxima (V <sub>mp</sub> )   | 42,13 V                                |          |
| Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )   | 11,45 A                                |          |
| Voltaje de circuito abierto (V <sub>oc</sub> )  | 50,01 V                                |          |
| Eficiencia del módulo                           | 21%                                    |          |
| Fusible de serie máxima                         | 20 A                                   |          |
| Número de Diodos                                | 3                                      |          |
| Tolerancia positiva de potencia                 | 0+3%                                   |          |
| Condiciones de prueba estándar                  | 1.000 W/m <sup>2</sup> , 25 °C, AM 1.5 |          |
| Voltaje máximo del sistema DC                   | 1.500 V                                |          |
| Coefficiente de temperatura I <sub>sc</sub>     | 0,044% / °C                            |          |
| Coefficiente de temperatura V <sub>oc</sub>     | -0,272% / °C                           |          |
| Coefficiente de temperatura P <sub>mp</sub>     | -0,350% / °C                           |          |
| Rango temperatura funcionamiento                | -40°C / +85°C                          |          |
| Temperatura operación célula (TONC)             | 45°C ±2                                |          |
| Capacidad carga frontal del módulo              | 5.400 Pa IEC61215 (nieve)              |          |
| Capacidad carga trasera del módulo              | 2.400 Pa IEC61215 (viento)             |          |

\*Condiciones Estandar de Medida STC: Irradiación 1.000 W/m<sup>2</sup>, espectro AM1.5, célula a 25°C.

| Valores en condiciones TONC**                       |         |
|---|---------|
| Potencia máxima TONC (P <sub>max</sub> )            | 347,75W |
| Voltaje de potencia máxima (V <sub>mp</sub> TONC)   | 39,60 V |
| Corriente de potencia máxima (I <sub>mp</sub> TONC) | 8,78 A  |
| Voltaje de circuito abierto (V <sub>oc</sub> TONC)  | 46,75 V |
| Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> TONC)   | 9,32 A  |

\*\*Condiciones TONC: Irradiación de 800 W/m<sup>2</sup>, AM1.5, temperatura ambiente 20 °C y viento de 1 m/s.

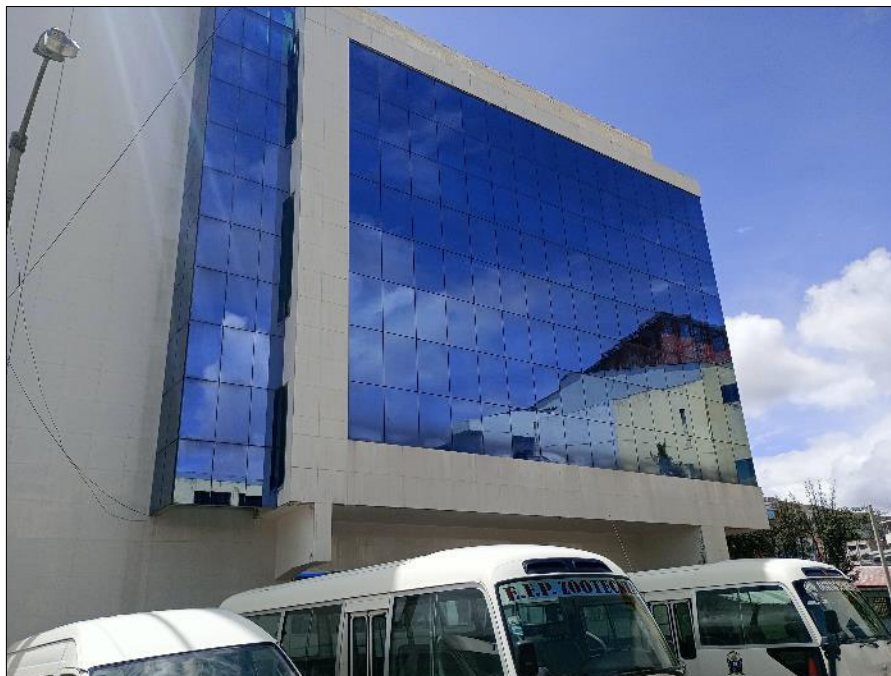
| Características mecánicas           |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Cubierta frontal (material/espesor) | Vidrio templado / 3.2mm          |
| Peso del módulo                     | 24,0 kg                          |
| Dimensiones del módulo (L / W / H)  | 2.094 x 1.038 x 35mm             |
| Lámina de protección posterior      | TPT en blanco                    |
| Células (cantidad/material)         | 144 (6x12x2) / Silicio mono      |
| Marco (material/color)              | Aluminio anodizado / Plata       |
| Grado protección caja de conexiones | ≥ IP68                           |
| Cables y conectores                 | 4mm <sup>2</sup> , long. 1.200mm |
| Clasificación de calidad            | Clase A                          |
| Clase de protección eléctrica       | Clase II                         |
| Clase de seguridad contra incendios | Clase C                          |



**Anexo 01**  
**Registro Fotográfico**



**Fotografía 01.-** Fachada principal de la edificación



**Fotografía 02.-** Fachada lado Este de la edificación





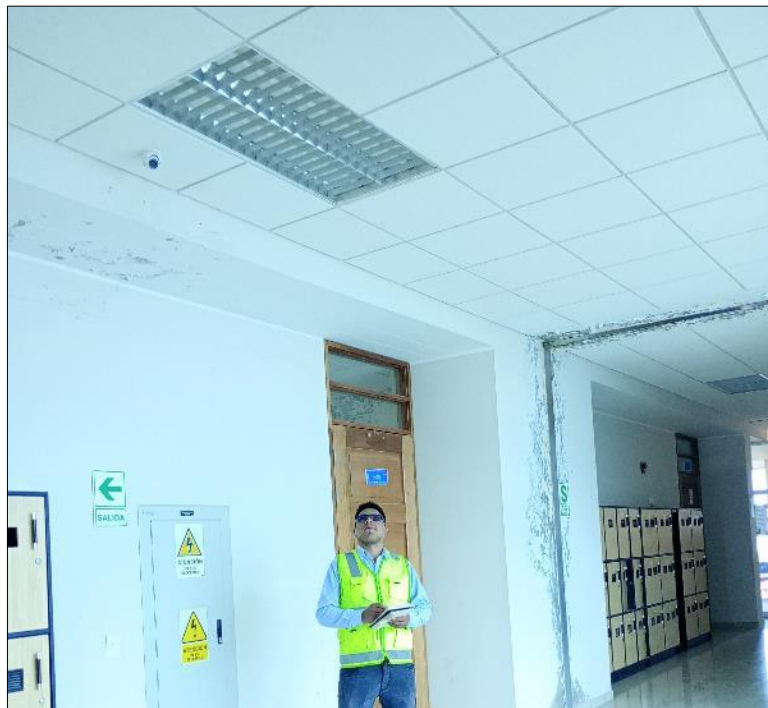
**Fotografía 03.-** Fachada lado Norte de la edificación



**Fotografía 04.-** Grifería de lavados existentes en la edificación



**Fotografía 05.-** Inodoros existentes en la edificación

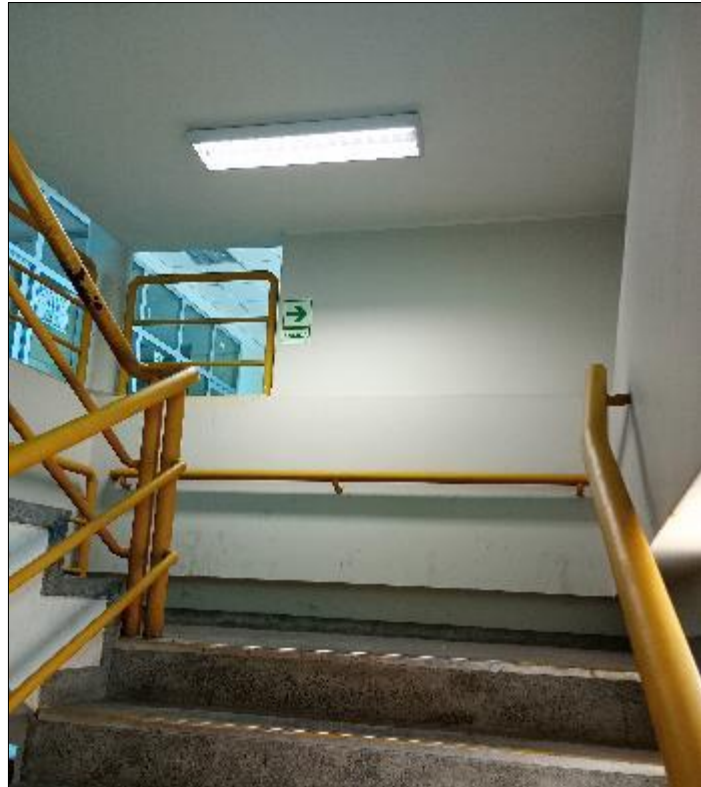


**Fotografía 06.-** Luminarias existente en los pasadizos



**Fotografía 07.-** Luminarias existentes en los baños de la edificación





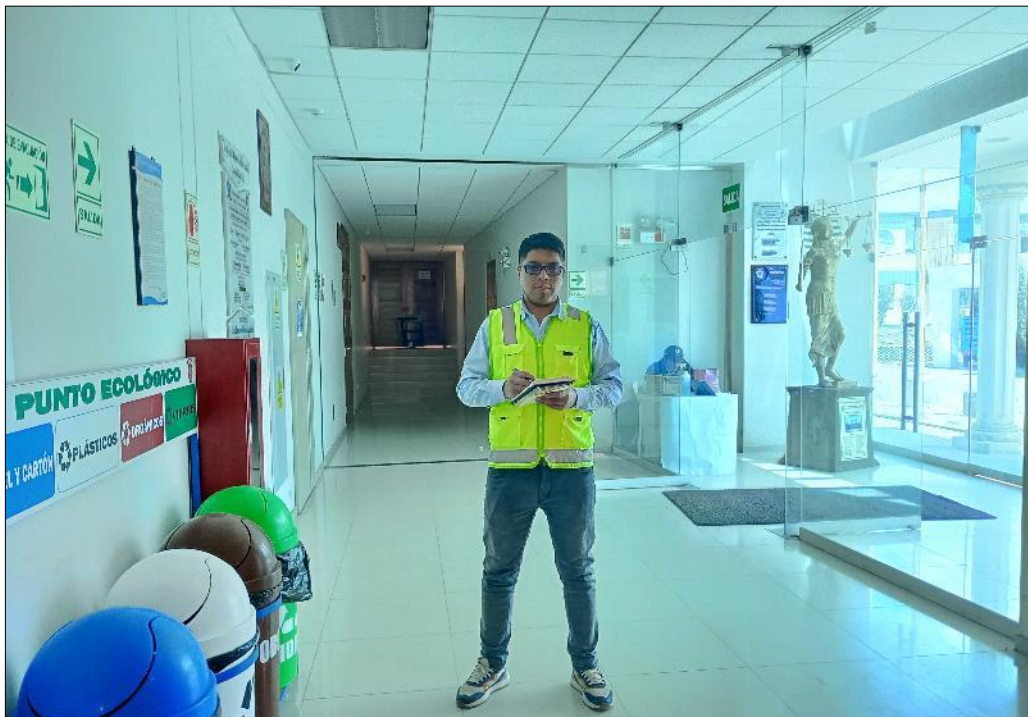
**Fotografía 08, 09.-** Luminarias existentes en escaleras



**Fotografía 10.-** Acabados de piso porcelanato



**Fotografía 11.-** Áreas internas de la edificación



**Fotografía 12.-** Área de ingreso a la edificación



**Fotografía 13.-** Muros cortina de la edificación existente



**Fotografía 14.-** Área de propuesta de ubicación de cisterna

## Anexo 02

### Matriz de consistencia

| Problema  | Objetivos  | Hipótesis  | Dimensiones  | Metodología   |
|---|--|--|--|---|
| <p><b>Problema general:</b><br/><b>PG</b><br/>¿De qué manera influye el desarrollo de criterios sostenibles a nivel de certificación EDGE en una Edificación existente respecto a su diseño tradicional para la aproximación hacia una Edificación Sostenible, Región Pasco, 2023?</p> <p><b>Problemas específicos:</b><br/><b>PE1</b><br/>¿En qué medida contribuye la implementación efectiva del recurso hídrico a la aproximación de una Edificación Sostenible?</p> <p><b>PE2</b><br/>¿En qué medida contribuye la implementación efectiva del recurso energético a la aproximación de una Edificación Sostenible?</p> <p><b>PE3</b><br/>¿De qué forma la propuesta de uso de materiales de construcción con menor energía incorporada contribuye a la aproximación de una Edificación Sostenible?</p> <p><b>PE4</b><br/>¿En qué medida se contribuye a la mejora ambiental por la implementación de criterios sostenibles de Certificación EDGE determinados al caso de la Edificación Existente?</p> | <p><b>Objetivo general:</b><br/><b>OG</b><br/>Desarrollar los criterios de certificación EDGE en una edificación existente con el fin de determinar su influencia respecto a su diseño tradicional para la aproximación hacia una Edificación Sostenible, Región Pasco, 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b><br/><b>OE1:</b><br/>Determinar en qué medida contribuye la implementación efectiva del recurso hídrico para lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.</p> <p><b>OE 2:</b><br/>Determinar en qué medida contribuye la implementación efectiva del recurso energético para lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.</p> <p><b>OE 3:</b><br/>Realizar la propuesta de empleo de materiales de construcción con menor energía incorporada para lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.</p> <p><b>OE 4:</b><br/>Determinar el beneficio ambiental al implementar los criterios sostenibles de Certificación EDGE determinados al caso de la Edificación Existente.</p> | <p><b>Hipótesis general:</b><br/><b>HG:</b><br/>El desarrollo de criterios a nivel de Certificación EDGE en la edificación existente tendrá una influencia positiva respecto a su diseño tradicional y lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b><br/><b>HE 1:</b><br/>La implementación efectiva del recurso hídrico tendrá una importante contribución a lograr la aproximación de una Edificación Sostenible.</p> <p><b>HE 2:</b><br/>La implementación efectiva del recurso hídrico contribuirá a lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.</p> <p><b>HE 3:</b><br/>La implementación efectiva del recurso energético contribuirá a lograr la aproximación hacia una Edificación Sostenible.</p> <p><b>HE 4:</b><br/>La implementación de criterios sostenibles de Certificación EDGE aportará al beneficio ambiental de la edificación existente.</p> | <p><b>Variable 1:</b><br/>Criterios de Certificación EDGE</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recurso Hídrico</li> <li>▪ Recurso Energético</li> <li>▪ Materiales de Construcción</li> </ul> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consumo hídrico (m<sup>3</sup>/año)</li> <li>▪ Consumo de energía (KWh/año)</li> <li>▪ Incorporación de energía en los materiales (KgCO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>)</li> </ul> <p><b>Variable 2:</b><br/>Edificación Sostenible</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sostenibilidad hídrica</li> <li>▪ Sostenibilidad energética</li> <li>▪ Sostenibilidad ambiental</li> </ul> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ahorro del consumo hídrico (m<sup>3</sup>/año)</li> <li>▪ Ahorro del consumo de energía (KWh/año)</li> <li>▪ Emisiones del Dióxido de Carbono (KgCO<sub>2</sub>/año)</li> </ul> | <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel:</b> Descriptiva analítico</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental, prospectivo, transversal</p> <p><b>Método:</b> Hipotético-Deductivo</p> <p><b>Población:</b><br/>La población está compuesta por todas las edificaciones de tipo cultural del Distrito de Yanacancha, Provincia Pasco, Departamento Pasco.</p> <p><b>Muestra</b><br/>La edificación de la facultad de Derecho y Ciencias Políticas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.</p> <p><b>Variables: y=f(x)</b><br/>X= Criterios de Certificación EDGE<br/>Y= Edificación Sostenible</p> |

**Anexo 03**  
**Informe de Aplicación EDGE - Facultad de Derecho y Ciencias Políticas**



Educación

Evaluación de EDGE: v3.0.0

Fecha y hora de la descarga: 2023-10-12 00:06

Nombre del Proyecto: EDIFICIO FACULTAD DERECHO  
 Nombre del subproyecto: Facultad de Derecho y Ciencias Políticas - UNDAC 02

24.77% | 29.41% | 34.00%

### Detalles del Proyecto

|   |                     |
|---|---------------------|
| Nombre del Proyecto   | Dirección línea1    |
| EDIFICIO FACULTAD DERECHO   | AV. Los Proceres    |
| Cantidad de edificios distintos   | Dirección línea2    |
| 1   |                     |
| Cantidad de subproyectos EDGE asociados                                   | Ciudad              |
| 1   | Yanacancha          |
| Superficie total del proyecto (m <sup>2</sup> )                           | Estado/Provincia    |
| 480.93  | PASCO               |
| Nombre del titular del Proyecto   | Código postal       |
| UNDAC   | 19001               |
| Email del titular del Proyecto  | País                |
|   | Peru                |
| Teléfono del titular del Proyecto   | Número del Proyecto |
| Móvil -   | 1001361705          |
| Share project name and basic information to potential investors or banks? | ¿Desea certificar?  |
| No  | No                  |
| ¿Este proyecto se creó con fines de capacitación?                         |                     |
| Sí  |                     |

Subproyecto(s) asociado(s)

Total de subproyectos asociados: 1

La lista completa de subproyectos asociados está disponible en la última sección de este documento.

### Detalles del subproyecto

|   |                     |
|---|---------------------|
| Nombre del subproyecto                              | Dirección línea1    |
| Facultad de Derecho y Ciencias Políticas - UNDAC 02 | AV. Los Proceres    |
| Nombre del edificio                                 | Dirección línea2    |
| Facultad de Derecho y Ciencias Políticas - UNDAC    |                     |
| Multiplicador del subproyecto para el proyecto      | Ciudad              |
| 1   | Yanacancha          |
| Etapas de certificación                             | Estado/Provincia    |
| Posconstrucción                                     | Pasco               |
| Estado  | Código postal       |
| Self-Review   | 19001               |
| Auditoría   | País                |
|   | Peru                |
| Certificador  | Tipo de subproyecto |
|   | Existing Building   |
| Número de archivo                                   | Año de construcción |
| 23100910174774                                      | 2015                |



# Anexo 03

## Informe de Aplicación EDGE - Facultad de Derecho y Ciencias Políticas



Educación

Evaluación de EDGE: v3.0.0

Nombre del Proyecto: EDIFICIO FACULTAD DERECHO

Fecha y hora de la descarga: 2023-10-12 00:06

Nombre del subproyecto: Facultad de Derecho y Ciencias Políticas - UNDAC 02

24.77% | 29.41% | 34.00%

### Datos de servicios públicos del edificio

Consumo anual medido de electricidad (kWh/año)  
251595

Índice de rendimiento energético de edificio existente (kWh/m<sup>2</sup>/año)  
523.14

Consumo anual medido de agua (m<sup>3</sup>/año)  
2731

Índice de consumo de agua de edificio existente  
0.07

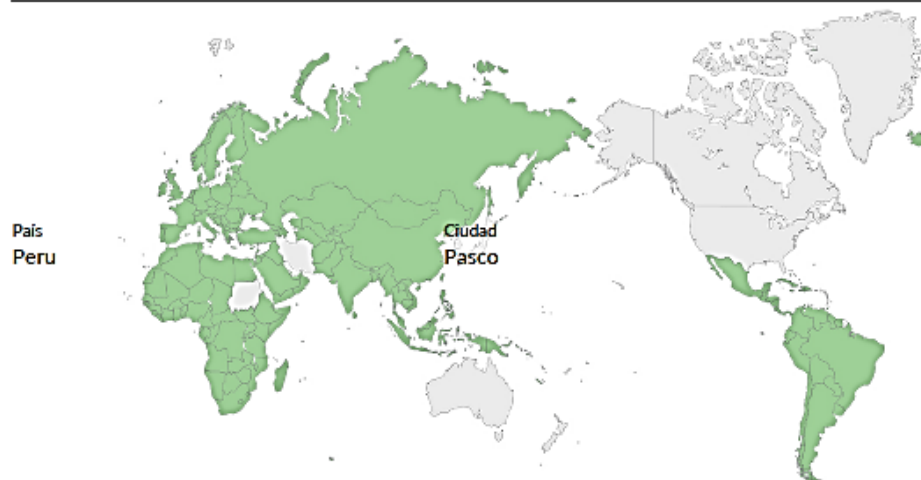
Consumo anual medido de gas natural (m<sup>3</sup>/año)

Emisiones de GEI de edificios existentes (tCO<sub>2</sub>/año)  
63.48

Consumo anual medido de diésel (m<sup>3</sup>/año)

Consumo anual medido de GLP (Kg/año)

### Datos de ubicación



## Anexo 03

### Informe de Aplicación EDGE - Facultad de Derecho y Ciencias Políticas



Educación

Evaluación de EDGE: v3.0.0

Nombre del Proyecto: EDIFICIO FACULTAD DERECHO

Fecha y hora de la descarga: 2023-10-12 00:07

Nombre del subproyecto: Facultad de Derecho y Ciencias Políticas - UNDAC 02

24.77% | 29.41% | 34.00%

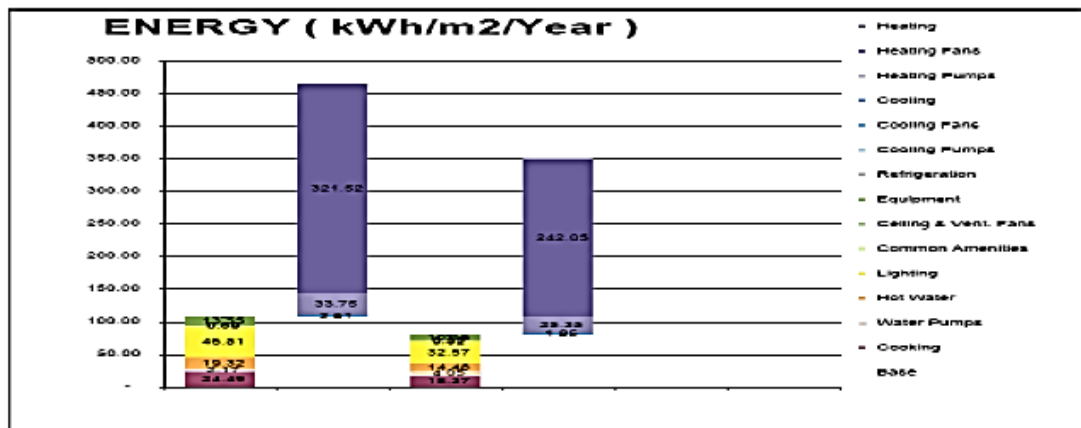
#### Resultados

|  |  |
|--|--|
| Consumo final de energía (kWh/mes)   | EPI de la línea mejorada (kWh/m <sup>2</sup> /año)                             |
| 3,234  | 81.0   |
| Consumo final de agua (m <sup>3</sup> /mes)                                    | Costo total de construcción del edificio (Million PEN)                         |
| 305  | 2.3  |
| Emissiones de CO <sub>2</sub> operacionales finales (tCO <sub>2</sub> /mes)    | Costo incremental (Million PEN)  |
| 0.82   | 0.03   |
| Final Embodied Carbon (Kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> )                   | Porcentaje de aumento en el costo  |
| 298  | 1.40%  |
| Costo final de los servicios públicos (PEN/Month)                              | Retorno en años (Años)   |
| 1,202  | 3.3  |
| Superficie del subproyecto (m <sup>2</sup> )                                   | Cantidad de personas impactadas (No/año)                                       |
| 480.93   | 104  |
| Ahorros de energía (MWh/Año)   | Base Case - Refrigerant Global Warming Potential (tCO <sub>2</sub> e/Year)     |
| 12.89  | 0.1  |
| Ahorros de agua (m <sup>3</sup> /año)  | Improved Case - Refrigerant Global Warming Potential (tCO <sub>2</sub> e/Year) |
| 1,525.09   | 0.1  |
| Ahorro de CO <sub>2</sub> durante el uso (tCO <sub>2</sub> /Año)               |  |
| 3.25   |  |
| Embodied Carbon Savings ( tCO <sub>2</sub> e)                                  |  |
| 71.16  |  |
| Ahorros en los costos de servicios públicos en USD (USD/año)                   |  |
| 2,893.99   |  |
| Ahorros en los costos de servicios públicos en moneda local (Million PEN/Year) |  |
| 0.010  |  |
| EPI de la línea base (kWh/m <sup>2</sup> /año)                                 |  |
| 108.0  |  |

#### AHORROS DE ENERGÍA

Medidas de eficiencia energética 24.77%

Cumple con la norma EDGE en materia de energía



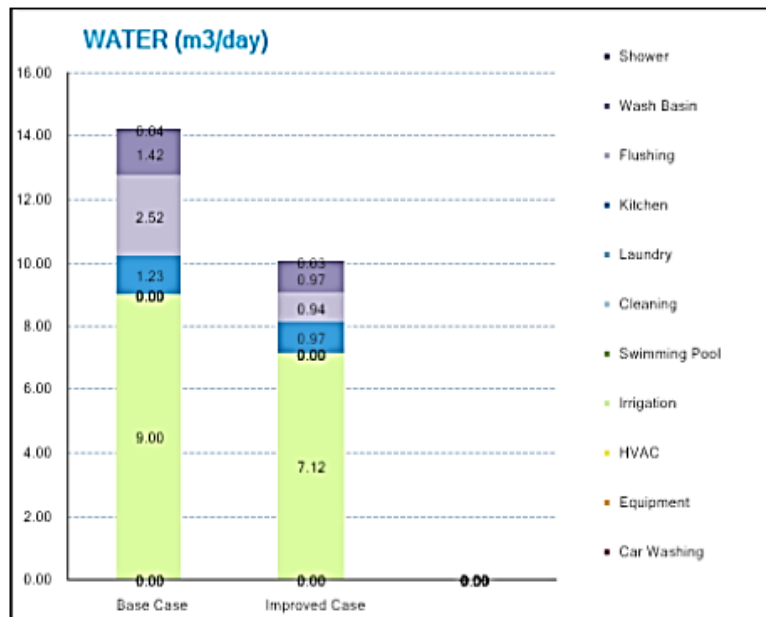
### Anexo 03

## Informe de Aplicación EDGE - Facultad de Derecho y Ciencias Políticas

### AHORRO DE AGUA

Medidas de eficiencia de agua 29.41%

Cumple con la norma EDGE en materia de consumo de agua



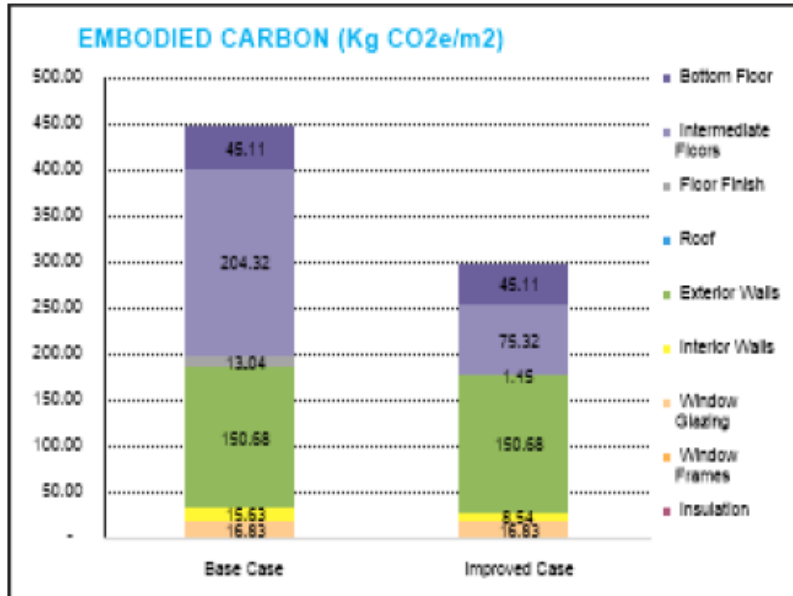
### Anexo 03

## Informe de Aplicación EDGE - Facultad de Derecho y Ciencias Políticas

### EMBODIED CARBON SAVINGS

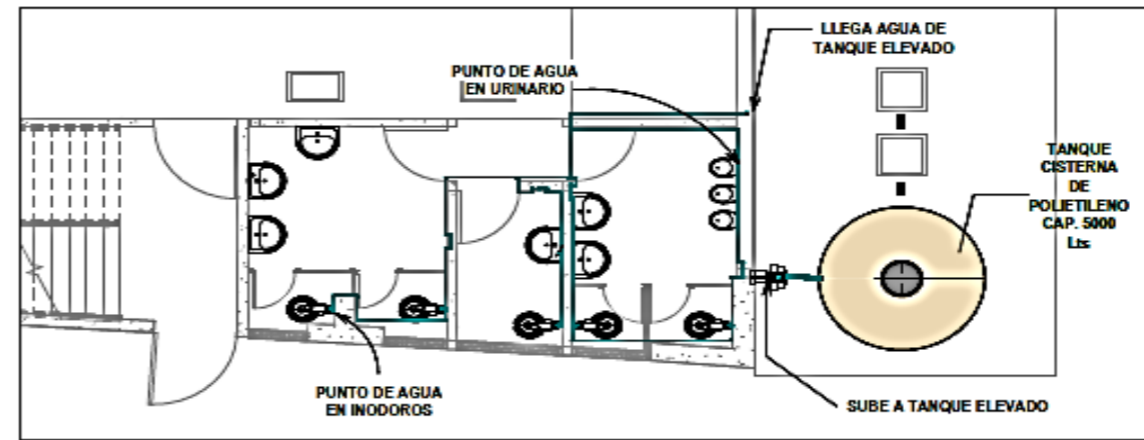
Medidas de eficiencia de los materiales 34.00%

Meets EDGE Material Standard

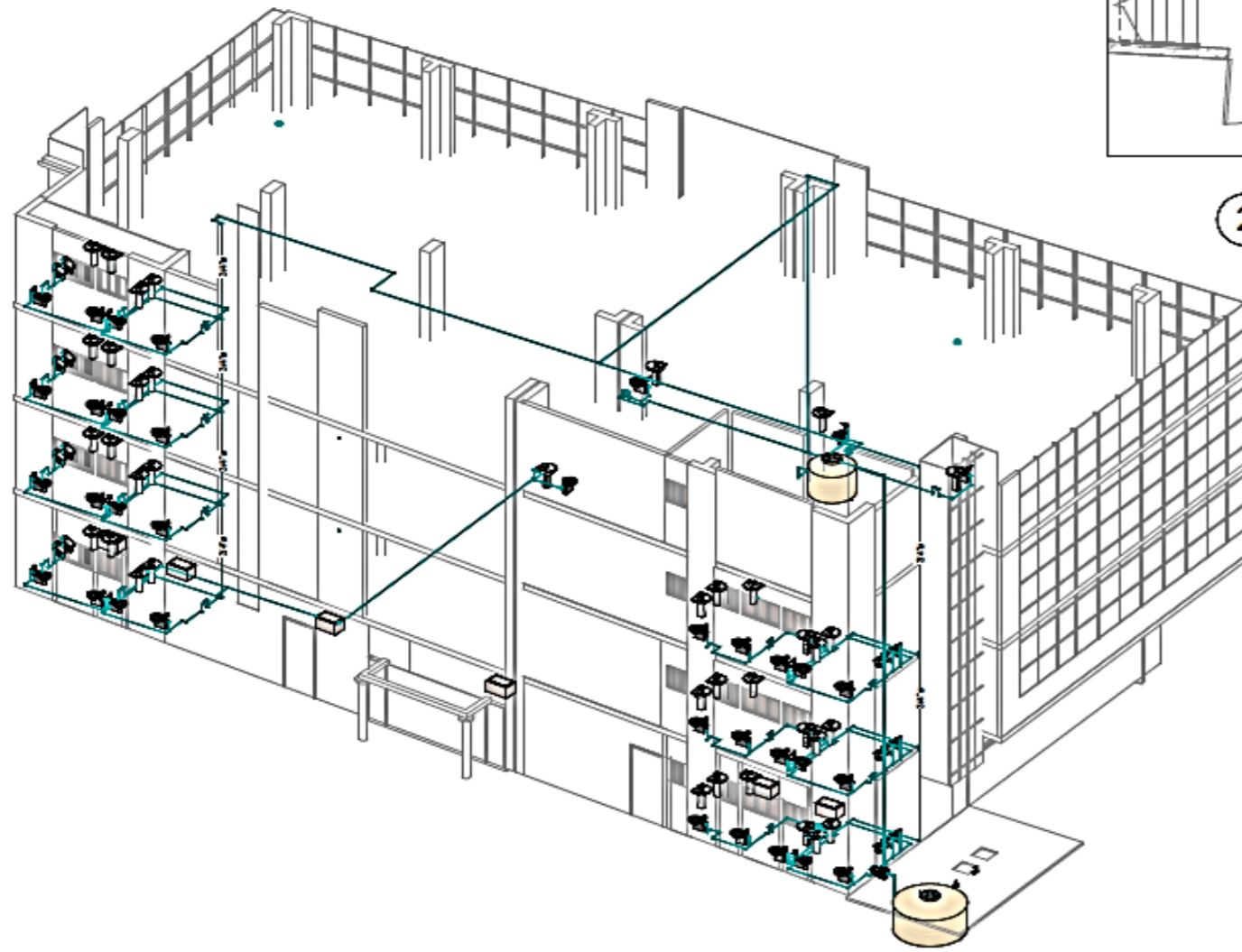


**Anexo 04**  
**Planos de propuestas sostenibles**

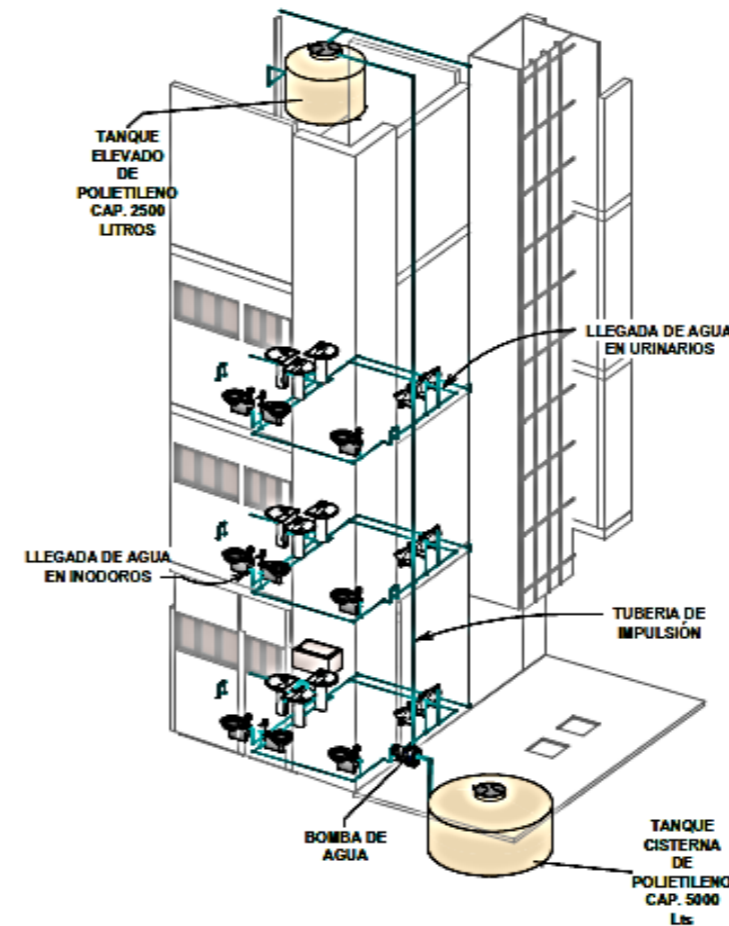
Plano de propuestas sostenibles



② PLANTA- SS.HH.  
1:75



③ SISTEMA DE AGUA - ISOMÉTRICO



① ISOMETRICO-AGUA REUSADA



www.undac.edu.pe

SISTEMA DE AGUA REUSADA

FACULTAD - DERECHO

TESIS: "DESARROLLO DE LOS CRITERIOS DE CERTIFICACION EDGE EN UNA EDIFICACION EXISTENTE PARA LOGRAR APROXIMACION HACIA UNA EDIFICACION SOSTENIBLE, REGION PASCO, 2023"

Especialidad : SANITARIAS

Fecha : SETIEMBRE 2023

Elaboración : Bach. COLQUI COZ, Crishian Nicol

Revisión : Dr. REQUIZ CARBAJAL, Luis

I.S.01

Escala : INDICADA



www.undac.edu.pe

## SISTEMA DE DESAGUE - AGUAS GRISES

FACULTAD - DERECHO

TESIS: "DESARROLLO DE LOS CRITERIOS DE CERTIFICACION EDGE EN UNA EDIFICACION EXISTENTE PARA LOGRAR APROXIMACION HACIA UNA EDIFICACION SOSTENIBLE, REGION PASCO, 2023"

Especialidad : SANITARIAS

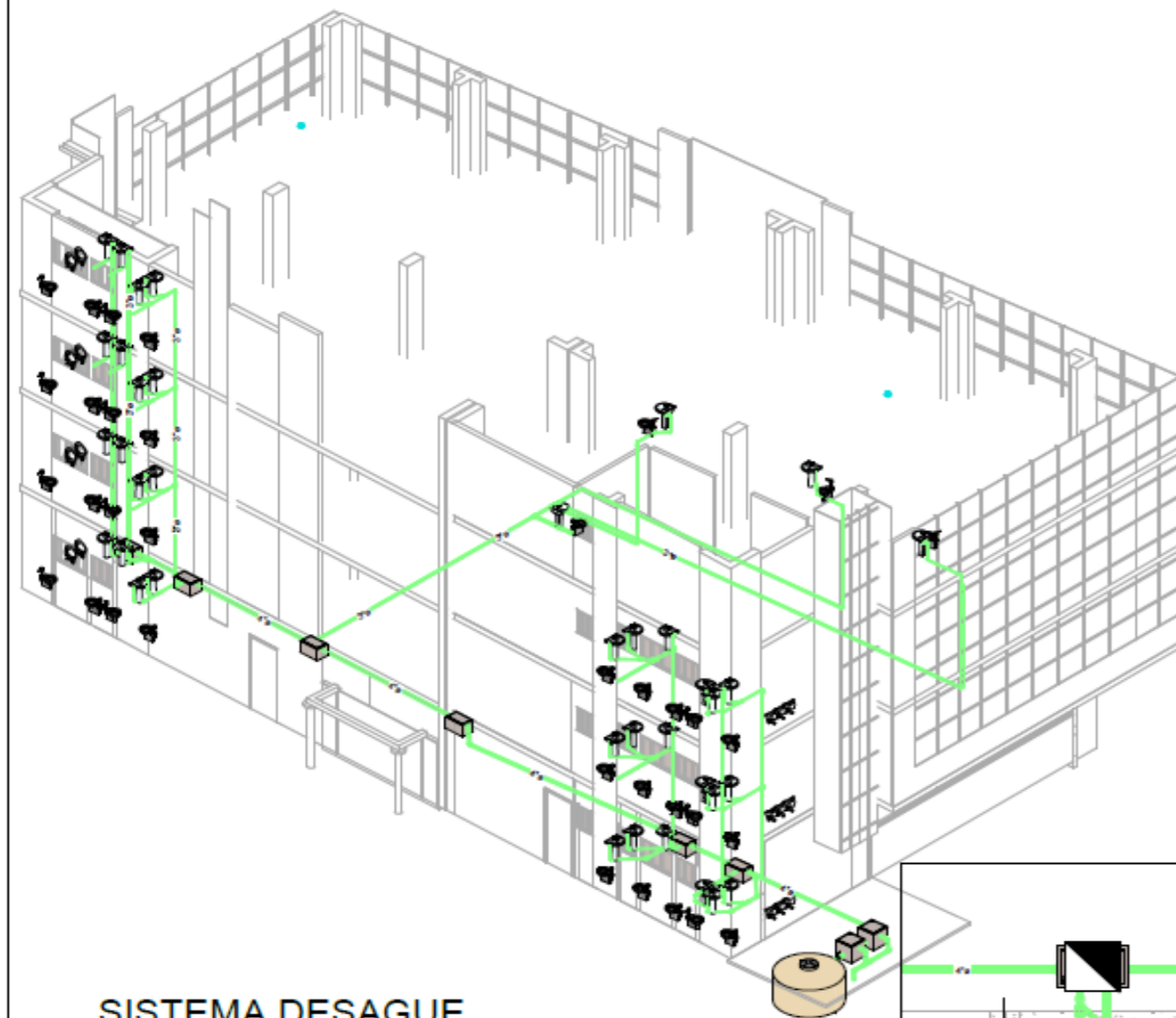
Fecha : SETIEMBRE 2023

Elaboración : Bach. COLQUI COZ, Cristian Nicol

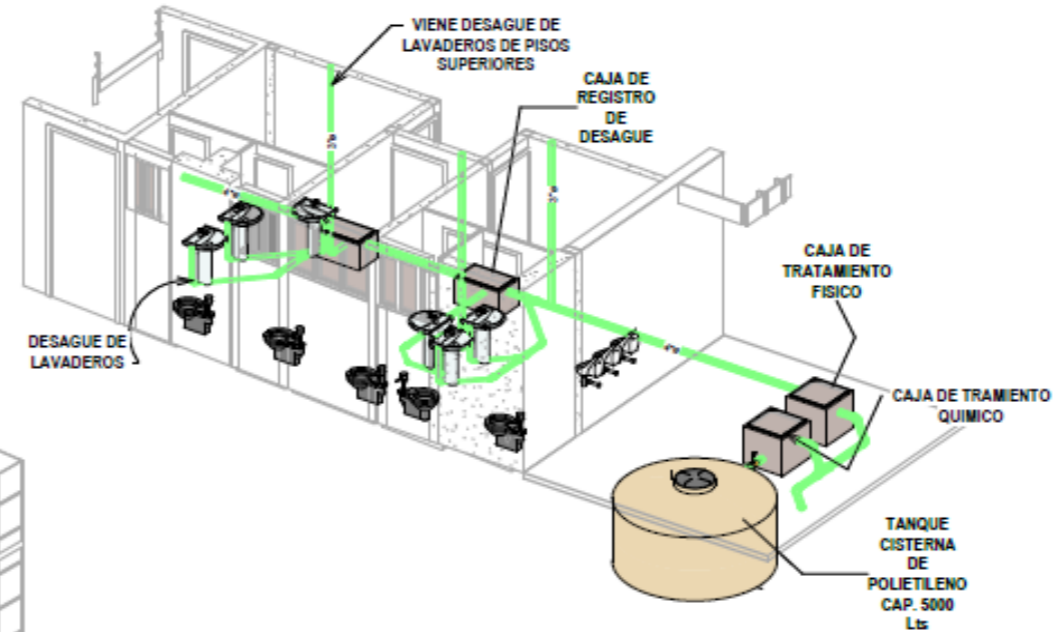
Revisión : Dr. REQUIZ CARBAJAL, Luis

I.S.02

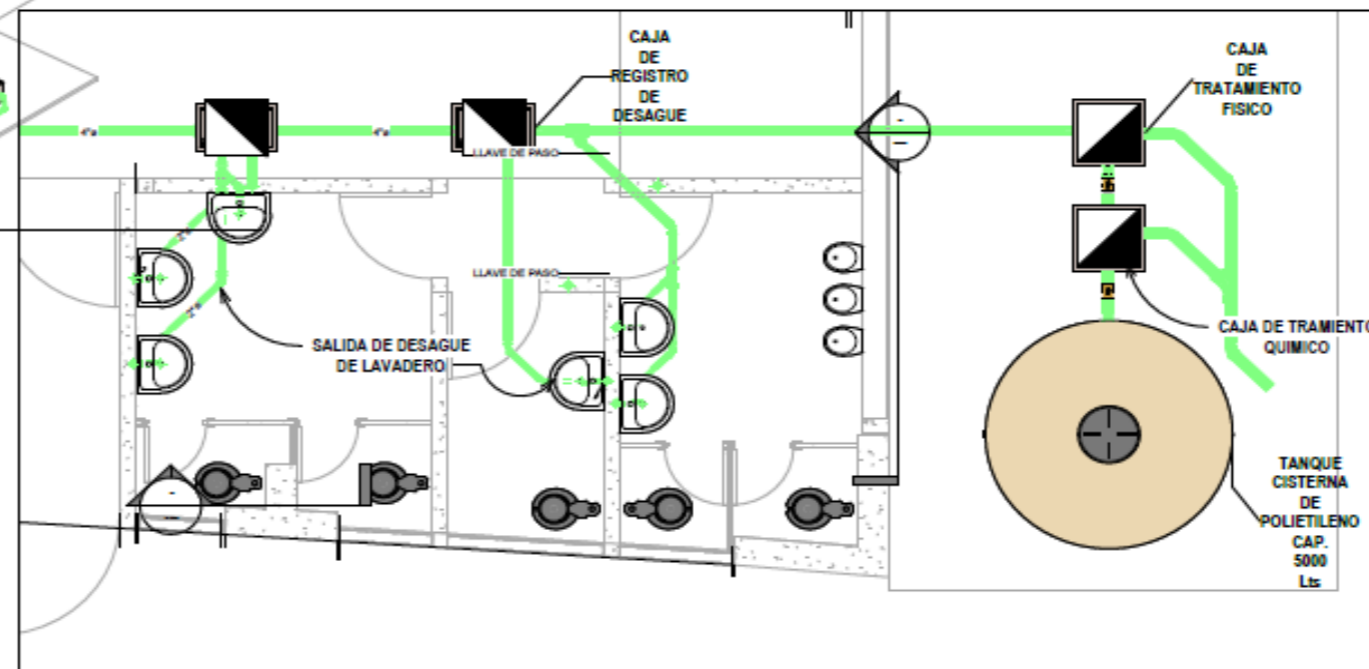
Escala : INDICADA



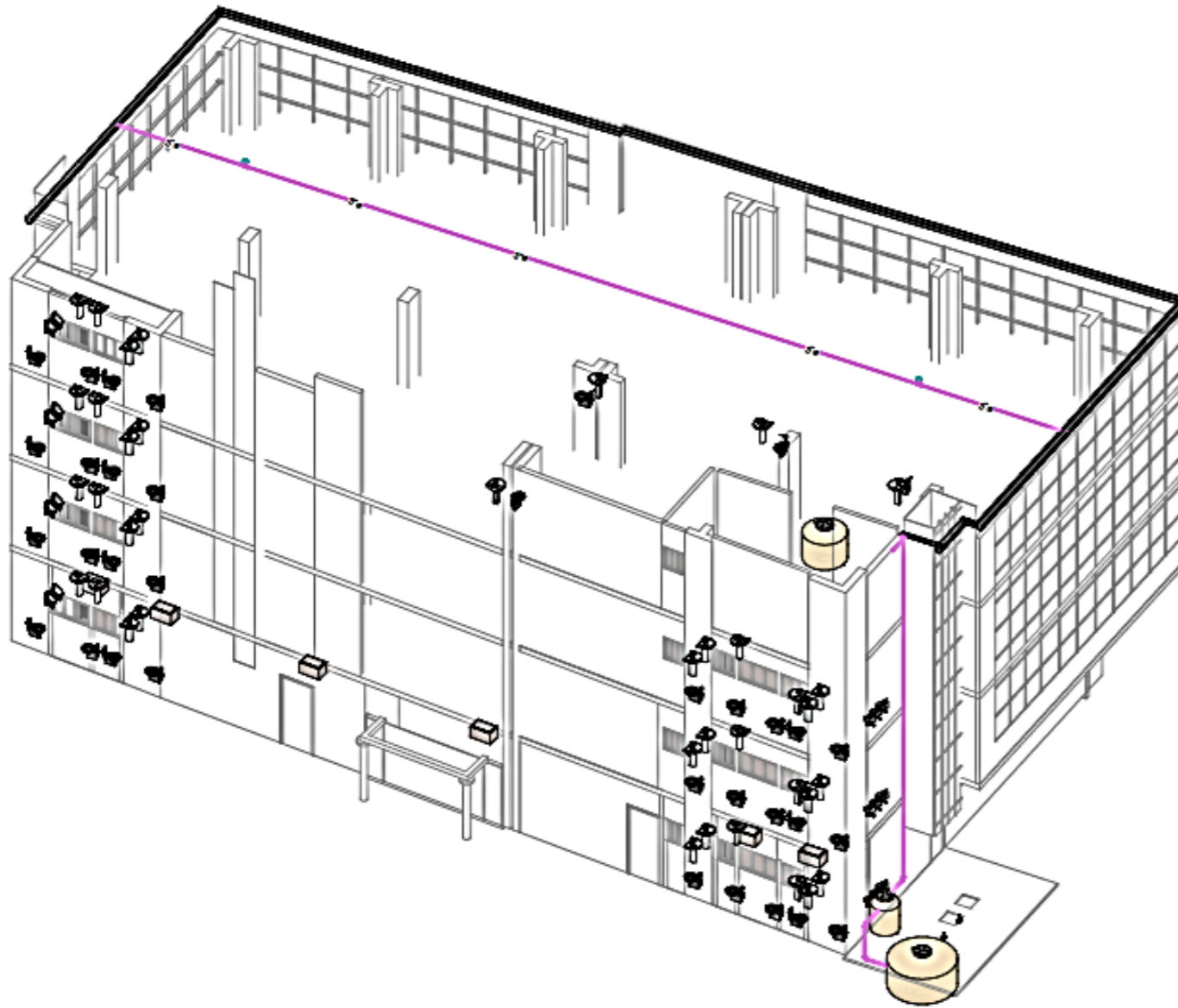
1 SISTEMA DESAGUE ISOMETRICO



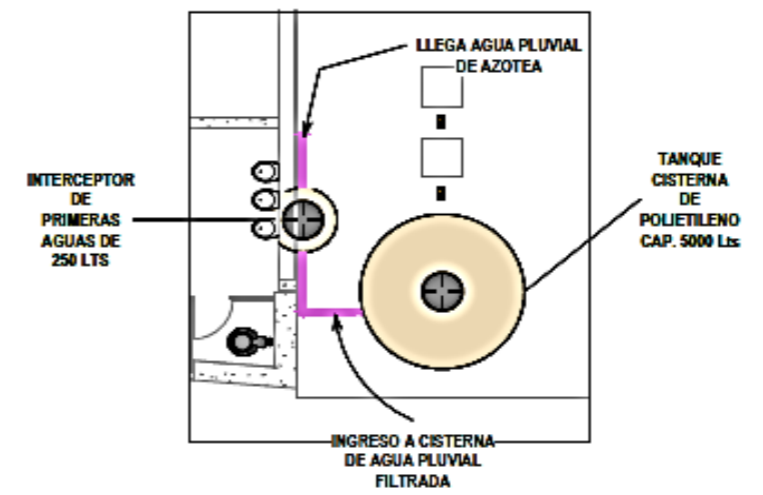
2 ISOMETRICO - DESAGUE LAVADERO



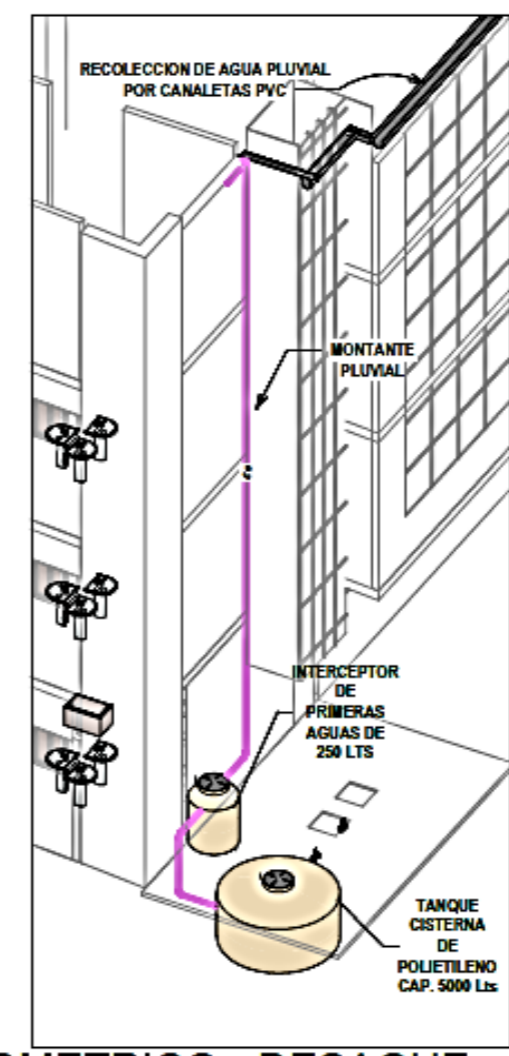
3 PLANTA SS.HH. - DESAGUE  
1:50



② SISTEMA DESAGUE PLUVIAL - ISOMETRICO



① PLANTA CAPTACION - DESAGUE PLUVIAL  
1:75



③ ISOMETRICO - DESAGUE PLUVIAL



www.undac.edu.pe

**SISTEMA DE DESAGUE PLUVIAL**

**FACULTAD - DERECHO**

**TESIS: "DESARROLLO DE LOS CRITERIOS DE CERTIFICACION EDGE EN UNA EDIFICACION EXISTENTE PARA LOGRAR APROXIMACION HACIA UNA EDIFICACION SOSTENIBLE, REGION PASCO, 2023"**

Especialidad : SANITARIAS

Fecha : SETIEMBRE 2023

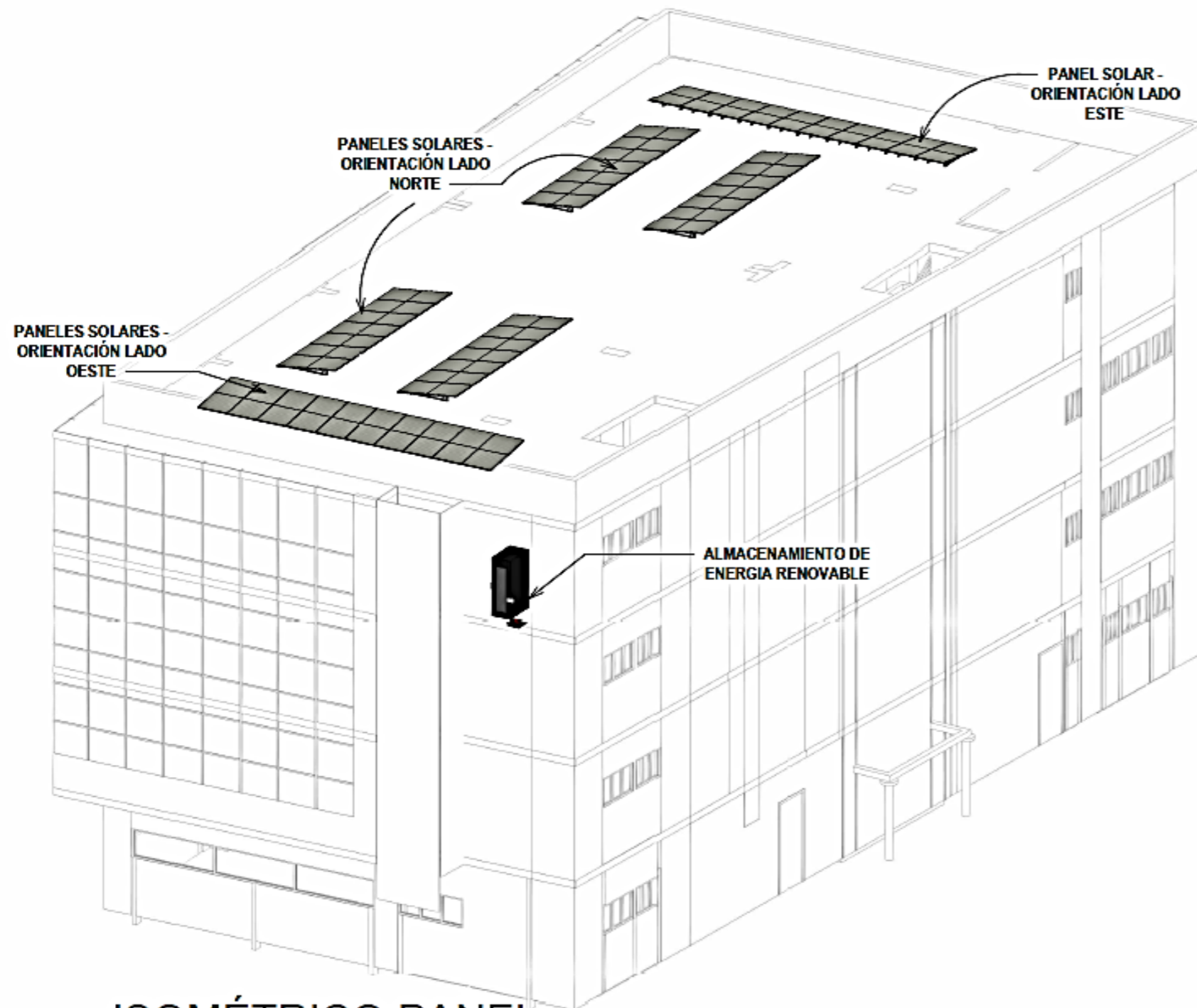
Elaboración : Bach. COLQUI COZ, Críshian Nicol

Revisión : Dr. REQUIZ CARBAJAL, Luis

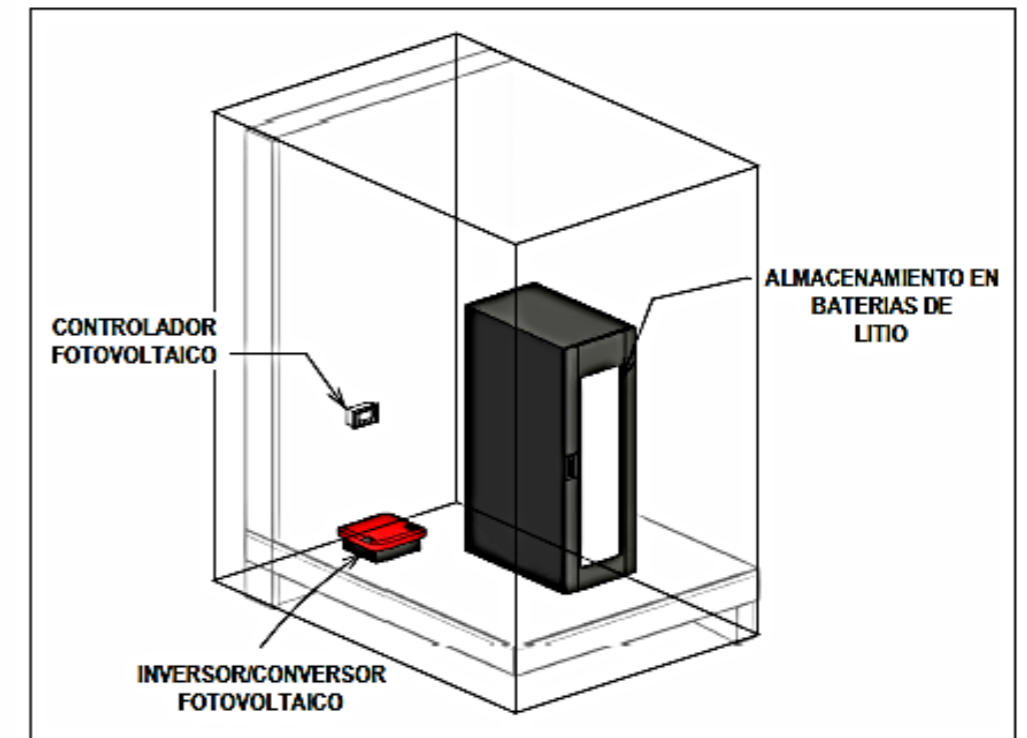
**I.S.03**

Escala : INDICADA





1 ISOMÉTRICO PANEL SOLAR



2 DETALLE SISTEMA FOTOVOLTAICO



TESIS: "DESARROLLO DE LOS CRITERIOS DE CERTIFICACIÓN EDGE EN UNA EDIFICACIÓN EXISTENTE PARA LOGRAR APROXIMACIÓN HACIA UNA EDIFICACIÓN SOSTENIBLE, REGIÓN, PASCO, 2023"

UNDAC - FACULTAD DE DERECHO

ISOMÉTRICO - SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO

ENERGIA RENOVABLE

|                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| Número de proyecto | 0001                       |
| Fecha              | Fecha de emisión           |
| Realizado por :    | COLQUI COZ, Cristian Nicol |
| Revisado por:      | REQUIZ CARBAJAL, Luis      |

I.E. 001

|        |              |
|--------|--------------|
| Escala | Según indica |
|--------|--------------|

Anexo 05

Fichas para validación y confiabilidad

Ficha de validación de eficiencia hídrica

I. DATOS INFORMATIVOS

| Apellidos y Nombre del Evaluador (Experto) | Asesor de la Investigación | Nombre del Instrumento de Evaluación      | Autor de la Investigación   |
|--|----------------------------|---|-----------------------------|
| J<br>MG. Pedro Gabriel Ramos               | CARBAJAL REQUIZ, Luis      | Ficha de Validación de Eficiencia Hídrica | COLQUI COZ, Cristhian Nicol |

Título de la Investigación: Desarrollo de los criterios de Certificación EDGE en una edificación existente para lograr aproximación hacia una Edificación Sostenible, Región Pasco, 2023".

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS SOSTENIBLES  | EVALUACION/OBSERVACIÓN   | Deficiente 0- 20% | Regular 21- 40% | Buena 41- 60 % | Muy buena 61-80% | Excelente 81- 100% |
|--|--|-------------------|-----------------|----------------|------------------|--------------------|
| <b>Aparatos Sanitarios</b>                                     |  |                   |                 |                |                  |                    |
| - Uso de grifos de lavado temporizado                          | El uso de grifos con temporizador y ahorradores son eficientes.                                    |                   |                 |                |                  | 85%                |
| - Uso de inodoros con descarga a presión mediante fluxómetros  | Lo propuesto es eficiente para el tipo de edificación, se deberá de calcular las presiones.        |                   |                 |                | 80%              |                    |
| - Uso de urinarios con descarga a presión mediante fluxómetros | La medición propuesta es adecuada, sin embargo se deberá de cumplir las presiones mínimas.         |                   |                 |                | 80%              |                    |
| <b>Sistemas propuestos</b>                                     |  |                   |                 |                |                  |                    |
| - Sistema de recolección y uso de aguas pluviales              | Propuesta adecuada para el uso de los aguas de lluvias por la ubicación geográfica.                |                   |                 |                |                  | 90%                |
| - Sistema de reúso de aguas grises procedente de los lavados   | Propuesta eficiente, para su cálculo se deberá de realizar más detalles y un tratamiento adecuado. |                   |                 |                |                  | 85%                |
| <b>Uso De Aplicación Edge</b>                                  |  |                   |                 |                |                  |                    |
| - Resultados en eficiencia hídrica EDGE                        | El uso de la aplicación EDGE es adecuada y brinda resultados aproximados más exactos.              |                   |                 |                | 80%              |                    |

III. OPINION DE APLICACIÓN: Las propuestas realizadas son eficientes para lograr el ahorro en el consumo del agua, se recomienda un mayor análisis, según los usos y sistemas.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 83.3%

|  |                 |  |          |
|--|-----------------|--|----------|
| TRABAJO:<br>TC-CAPTIVA CORP.<br>- JEFE de Proyectos Sanitarios | DNI N° 70861667 |  Mg. Pedro GABRIEL RAMOS<br>CIP N° 233801 |          |
| Lugar  | DNI             | Firma del Experto  | Teléfono |

Anexo 05

Formato para validación y confiabilidad

Ficha de validación de eficiencia energética

I. DATOS INFORMATIVOS

|  |                            |  |                             |
|--|----------------------------|--|-----------------------------|
| Apellidos y Nombre del Evaluador (Experto) | Asesor de la Investigación | Nombre del Instrumento de Evaluación         | Autor de la Investigación   |
| ING. Miro Abel POMA VENTOCILLA             | CARBAJAL REQUIZ, Luis      | Ficha de Validación de Eficiencia Energética | COLQUI COZ, Cristhian Nicol |

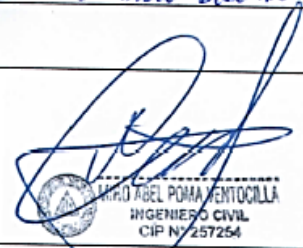
Título de la Investigación: Desarrollo de los criterios de Certificación EDGE en una edificación existente para lograr aproximación hacia una Edificación Sostenible, Región Pasco, 2023".

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS SOSTENIBLES   | EVALUACION/OBSERVACIÓN   | Deficiente 0- 20% | Regular 21- 40% | Buena 41- 60 % | Muy buena 61-80% | Excelente 81- 100% |
|---|--|-------------------|-----------------|----------------|------------------|--------------------|
| Dispositivos eléctricos   |  |                   |                 |                |                  |                    |
| - Uso de luminarias LED en áreas internas con eficiencia de 80lm/w                      | LA PROPUESTA ES ADECUADA, YA QUE SON LUMINARIAS MUY EFICIENTES Y SU CONSUMO ES BASTO IDEAL PARA EDIFICACIONES PUBLICAS.                              |                   |                 |                |                  | 95%                |
| - Uso de luminarias LED con sensores de movimiento en áreas como escaleras y pasadizos. | LA PROPUESTA ES EFICIENTE POR EL TIPO DE EDIFICACION YA QUE SON ESPACIOS DE OCUPACION NO PERMANENTE Y EL USO DE LUMINARIAS CON SENSORES ES ADECUADA. |                   |                 |                |                  | 90%                |
| Sistemas de Uso de Energía Renovable  |  |                   |                 |                |                  |                    |
| - Sistema de uso de paneles solares fotovoltaicos.                                      | ES UN SISTEMA DE POCO USO EN LA CIUDAD, PERO UN ANALISIS Y CALCULOS CORRECTOS SU APLICACION SERIA EFICIENTE EN PERIODOS DE RADIACION MAXIMA.         |                   |                 |                | 80%              |                    |
| - Sistema de reúso de muros cortina con vidrios fotovoltaicos                           | ES UNA PROPUESTA BUENA, PARA SU APLICACION DEBERA OBEDECER A UN ANALISIS MAS DETALLADO Y SEGUIN UN PROYECTO.   |                   |                 |                | 70%              |                    |
| Uso De Aplicación Edge  |  |                   |                 |                |                  |                    |
| - Resultados en eficiencia energética EDGE  | EL USO DE LA APLICACION EDGE BRINDA RESULTADOS APROXIMADOS PERO EFICIENTES, PARA SER MAS REACES SE DEBERIA REALIZAR CALCULOS MAS DETALLADOS.         |                   |                 |                | 80%              |                    |

III. OPINION DE APLICACIÓN: LAS PROPUESTAS SOSTENIBLES PARA UN AHORRO EN EL CONSUMO DE ENERGIA SON ADECUADAS, ASI MISMO LOS SISTEMAS DE USO DE ENERGIA RENOVABLE DEBERAN TENER UN MAYOR ANALISIS.

IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 83%

|   |     |   |          |
|---|-----|---|----------|
| ING. CIVIL CON EXPERIENCIA EN INSTALACIONES ELECTRICAS ELECTROMECANICA - BANTEL |     | <br>MIRO ABEL POMA VENTOCILLA<br>INGENIERO CIVIL<br>CIP N° 257254 |          |
| Lugar   | DNI | Firma del Experto   | Teléfono |

Anexo 05

Formato para validación y confiabilidad

Ficha de validación de eficiencia en materiales

I. DATOS INFORMATIVOS

| Apellidos y Nombre del Evaluador (Experto) | Asesor de la Investigación | Nombre del Instrumento de Evaluación            | Autor de la Investigación   |
|--|----------------------------|---|-----------------------------|
| <i>Mg. Fabio Percy CABANA HEREDIA</i>      | CARBAJAL REQUIZ, Luis      | Ficha de Validación de Eficiencia en materiales | COLQUI COZ, Cristhian Nicol |

**Título de la Investigación: Desarrollo de los criterios de Certificación EDGE en una edificación existente para lograr aproximación hacia una Edificación Sostenible, Región Pasco, 2023".**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS SOSTENIBLES   | EVALUACION/OBSERVACIÓN  | Deficiente 0- 20% | Regular 21- 40% | Buena 41- 60 % | Muy buena 61-80% | Excelente 81- 100% |
|---|---|-------------------|-----------------|----------------|------------------|--------------------|
| <b>Losa de entepiso</b>   |   |                   |                 |                |                  |                    |
| - Sistema de losa con viguetas prefabricadas, elemento aligerante (bovedillas de arcilla, poliestireno) y concreto vaciado in situ. | <i>La propuesta de losas prefabricadas son excelentes, se generan mayor productividad y la unión estructural no se altera.</i>    |                   |                 |                |                  | <i>90%</i>         |
| <b>Acabados de Piso</b>   |   |                   |                 |                |                  |                    |
| - Acabados de piso laminado y acabados de porcelanato.  | <i>Los pisos laminados se vea buena propuesta, pero se debe de evaluar su vida útil.</i>  |                   |                 |                | <i>80%</i>       |                    |
| <b>Muros no portantes</b>   |   |                   |                 |                |                  |                    |
| - Uso de bloques de concreto King Block en muros no portantes (muros divisorios)  | <i>Es una propuesta correcta el uso de bloques de concreto, su uso también depende del sistema estructural de la edificación.</i> |                   |                 |                |                  | <i>90%</i>         |
| <b>Uso De Aplicación Edge</b>   |   |                   |                 |                |                  |                    |
| - Resultados en eficiencia en materiales EDGE   | <i>Los elementos que conforman los materiales propuestos son amigables con el medio ambiente.</i>                                 |                   |                 |                |                  | <i>90%</i>         |

**III. OPINION DE APLICACIÓN:** *Las propuestas realizadas de materiales eficientes, son adecuadas en un proceso constructivo, generando productividad, ahorro y son amigables con el medio ambiente*

**IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:** *87.5%*

|  |     |  |          |
|--|-----|--|----------|
| <i>Mg. Civil, Especialista en ejecución de proyectos de Edificación. DNI: 06868955</i> |     | <br><b>FABIO PERCY CABANA HEREDIA</b><br>CIP 40391 |          |
| Lugar  | DNI | Firma del Experto  | Teléfono |