

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“PROPUESTA DE USO DE TETRA PAK COMO  
ALTERNATIVA ECOLÓGICA SOSTENIBLE EN LA  
FABRICACIÓN DE CONTENEDORES MUNICIPALES  
DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA, 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Ambiental**

**Autores:**

Edson Saul Caceres Valenzuela

Liseth Yarin Aspajo

**Asesor:**

Ing. Liana Ysabel Cárdenas Gutiérrez

<https://orcid.org/0000-0002-9822-7638>

Lima - Perú

2023

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Angélica Ysabel Miranda Jara</b>	<b>40670962</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Margeo Javier Chuman Lopez</b>	<b>45997406</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Denisse Milagros Alva Mendoza</b>	<b>45535817</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

EDSON CACERES-LISETH YARIN

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.ulvr.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>polodelconocimiento.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>www.repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.unsa.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.uan.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

## **DEDICATORIA**

Queremos dedicar este trabajo a nuestros padres, Bernardino Yarin Terán, aunque no está físicamente presente, sus enseñanzas nos siguen guiando día a día. Este logro es en su honor, porque fue gracias a su amor y entusiasmo que aprendimos a nunca rendirnos. Él siempre significará todo para nosotros y cada logro que alcancemos será en su nombre y a Eduardo Caceres Condori por brindarnos su apoyo incondicional y conocimientos en la ejecución del presente trabajo sin importar la hora y el cansancio que se presentase siendo un ejemplo de que las metas se pueden cumplir con esfuerzo y dedicación. De la misma forma se lo dedicamos a nuestras madres Susana Aspajo Rojas y Brigida Valenzuela Cayturo, quienes siempre han creído en nosotros. Gracias por su amor, por su sacrificio y por enseñarnos a nunca rendirnos ante los obstáculos de la vida, este logro es también suyo. Apoyados de nuestros hermanos y hermanas sobre todo a Tiffany Yarin Aspajo y Wilber Caceres Valenzuela.

Gracias a todos por formar parte de este importante capítulo de nuestras vidas.

## **AGRADECIMIENTO**

Deseamos agradecer a Dios por habernos brindado la determinación y fortaleza por alcanzar un nuevo nivel profesional siempre cuidándonos y velando por nuestra salud y bienestar, en especial en el tiempo de pandemia ocurrido en nuestro país. Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestra asesora de taller de tesis la Ing. Liana Ysabel Cárdenas Gutiérrez, por haber compartido con nosotros sus experiencias, conocimientos y enseñanzas a través de las diferentes sesiones del taller donde a través de sus consejos pudimos mejorar notablemente tanto en el aspecto profesional como en lo personal, así mismo por su gran muestra de apoyo, tiempo y dedicación en que finalizáramos con éxito este proyecto de investigación.

## TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR .....	2
INFORME DE SIMILITUD .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
RESUMEN.....	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. Realidad Problemática.....	11
1.2. Formulación del Problema General.....	13
1.2.1. Formulación de los Problemas Específicos.....	13
1.3. Objetivo.....	13
1.3.1. Objetivos Específicos.....	13
1.4. Hipótesis.....	14
1.4.1. Hipótesis Específicas.....	14
1.5. Justificación.....	14
1.6. Antecedentes .....	15
1.7. Marco Teórico .....	26
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	31
2.1. Diseño de la Investigación .....	31
2.2. Población y Muestra.....	31
2.3. Técnicas e Instrumentos .....	32
2.4. Procedimiento de Recolección de Datos .....	33

2.5. Procedimiento de Análisis de Datos.....	33
2.6. Aspectos éticos.....	40
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
3.1. Evaluación de los parámetros físico-químicos del Tetra Pak para la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra.....	42
3.2. Determinar la viabilidad social del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra .....	44
3.3. Determinar la viabilidad económica del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra.....	50
3.4. Determinar la viabilidad ambiental del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra.....	53
3.5. Propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra .....	56
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>65</b>
4.1. Discusiones.....	65
4.2. Limitaciones .....	69
4.3. Implicancias .....	70
4.4. Conclusiones .....	71
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estructura de envase del Tetra Pak .....	30
Tabla 2 Georreferenciación de los puntos de muestreo del distrito de Puente Piedra .....	34
Tabla 3 Lista de materiales, herramientas, equipos y equipos de protección personal (EPPs).....	39
Tabla 4 Parámetros de calidad de la muestra de la placa a base de Tetra Pak .....	42
Tabla 5 Valores mínimos de módulo de rotura para tableros de partículas aglomeradas .....	42
Tabla 6 Determinación de la propiedad física del material.....	43
Tabla 7 Parámetro de resistencia química de la placa a base de Tetra Pak.....	43
Tabla 8 Parámetro de absorción de agua de la placa a base de Tetra Pak .....	44
Tabla 9 Género de los pobladores encuestados en el distrito de Puente Piedra.....	45
Tabla 10 Modelo de propuesta para los contenedores a base de Tetra Pak .....	51
Tabla 11 Costos de fabricación según el modelo de contenedor a base de Tetra Pak .....	51
Tabla 12 Comparación de precios de contenedores de residuos sólidos comerciales de plástico y metal .....	52
Tabla 13 Población total censada en el distrito de Puente Piedra del año 2007 y 2017 .....	54
Tabla 14 Generación de residuos sólidos en el distrito de Puente Piedra .....	55
Tabla 15 Propuesta modelo de uso de Tetra Pak .....	57



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Porcentaje de los pobladores encuestados en el distrito de Puente Piedra .....	45
Figura 2 Importancia de reciclar los residuos sólidos para el cuidado del medio ambiente .....	45
Figura 3 Cultura de reciclaje y reutilización en el distrito de Puente Piedra .....	46
Figura 4 Servicio de recolección de basura en la localidad de Puente Piedra .....	46
Figura 5 Tipo de residuos reciclados en la vivienda o localidad de Puente Piedra.....	47
Figura 6 Campaña de reciclaje de envases de Tetra Pak en la localidad de Puente Piedra .....	47
Figura 7 Contenedores para el almacenamiento de basura en el distrito de Puente Piedra .....	48
Figura 8 Contenedores de basura en la localidad de Puente Piedra .....	48
Figura 9 Material de los contenedores de basura en la localidad y/o casa en el distrito de Puente Piedra .....	49
Figura 10 Contenedores ecológicos elaborados con material reciclado .....	49
Figura 11 Uso de contenedores de Tetra Pak en la localidad de Puente Piedra.....	50
Figura 12 Modelo de propuesta para el contenedor a base de Tetra Pak .....	51
Figura 13 Fuente de generación de residuos sólidos en el distrito de Puente Piedra .....	56

## RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo como objetivo elaborar la propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra siendo un estudio del tipo no experimental, donde se utilizó el informe de caracterización de residuos sólidos de Puente Piedra, formato de costos operativos y encuesta validada. Los resultados obtenidos de los parámetros de densidad, módulo de rotura, estabilidad dimensional frente a cambios de humedad, resistencia química y absorción de agua a los que fueron sometidos las placas de Tetra Pak cumplen con los valores establecidos por la norma NTC 2261; por ello su utilización disminuiría considerablemente la cantidad de residuos no aprovechables. Asimismo, al aplicar la encuesta los pobladores mostraron su aceptación y satisfacción en la implementación de contenedores con este tipo de material reciclado que a su vez su producción presentaría un menor costo a comparación de los contenedores metálicos y de plástico. Concluyendo que la fabricación de contenedores municipales a base de Tetra Pak para el almacenamiento temporal de residuos sólidos es viable en el aspecto social, económico y ambiental debido a que este material reciclado presenta propiedades físico-químicos aceptables para aplicaciones no estructurales.

**PALABRAS CLAVES:** Tetra Pak, viable, parámetros, contenedores municipales, residuos sólidos

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

El manejo y gestión inadecuada de los residuos sólidos urbanos se ha convertido en un problema socio-ambiental a nivel mundial y, en este contexto, la disposición inadecuada de los mismos es un factor de suma importancia que debe ser abordado debido a que altera negativamente en la calidad del suelo, agua y aire. Para la disposición de los residuos sólidos urbanos los sistemas de gestión utilizan tachos de plástico o metal, los cuales están diseñados bajo estándares de calidad específicos con capacidad de  $1\text{m}^3$ , ubicados estratégicamente para que las personas almacenen de forma temporal sus residuos sólidos antes de ser recolectados y llevados hacia su disposición final (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2020).

En los últimos años, se han presentado diversas herramientas y métodos para hacer frente a los retos ambientales en muchas industrias, entre los que se mencionan: adicionar el uso de materiales de desecho, básicamente los que son productos derivados de los procesos industriales; aplicar materiales reciclados en lugar de recursos naturales (lo que hará que la industria sea más sostenible); mejorando además la durabilidad, las propiedades mecánicas y otras características, reduciendo la cantidad de materiales necesarios para su sustitución (Martínez et al., 2015).

“Según cifras del Ministerio del Ambiente (MINAM), en el año 2019, a nivel nacional, se generaron 7 781 904.29 toneladas (Tn) de residuos sólidos municipales. El 77.13 % de lo generado puede ser valorizable” (Plataforma digital única del Estado Peruano, 2021).

Los residuos inorgánicos reciclables como lo son el papel, cartón, vidrio, plástico politereftalato de etileno o tereftalato de polietileno (PET), plástico duro, Tetra Pak, metales y

residuos eléctricos/electrónicos (RAEE) poseen un valor significativo para la generación de empleos a partir de negocios innovadores, de allí que el uso de los envases de Tetra Pak reciclados puedan ser sustitutos de materiales de construcción siendo esta una alternativa atractiva y viable.

En este sentido, el Tetra Pak que es un material utilizado generalmente para el envasado de alimentos consta de tres componentes: cartón, polietileno y aluminio que pueden ser utilizados como una alternativa viable en la elaboración de recipientes para la recolección de desechos sólidos. Sin embargo, en la mayoría de los casos no es económicamente viable separar los componentes individualmente, ya que, aunque se han obtenido compuestos, todavía faltan conocimientos que permitan identificar las variables necesarias para procesarlos y convertirlos en algo funcional (Domínguez & Güémez, 2010).

En el distrito de Puente Piedra se ha implementado el almacenamiento temporal de residuos sólidos mediante tachos de metal, teniendo estos una vida útil estimada de 13 años (Barrera, 2017), los cuales se van dañando por el uso y las condiciones atmosféricas de la zona, además ocurren pérdidas y robos de los mismos por parte de los recolectores informales que los venden para obtener una remuneración monetaria.

La gestión integral de residuos sólidos urbanos y su implementación en la sociedad es un tema muy frecuente a nivel nacional e internacional; es por ello que la pregunta de investigación es ¿Cuál será la propuesta del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales en el distrito de Puente Piedra? siendo como propósito de la investigación determinar la propuesta del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales en el distrito de Puente Piedra, teniendo como variables la recolección de envases Tetra Pak, fabricación de placas a base de Tetra Pak y

los análisis de los parámetros en el año 2023.

## **1.2. Formulación del Problema General**

¿Cuál será la propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra?

### **1.2.1. Formulación de los Problemas Específicos**

- ¿De qué manera evaluar los parámetros físico-químicos del Tetra Pak para la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra?
- ¿Cuál será la viabilidad social del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra?
- ¿Cuál será la viabilidad económica del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra?
- ¿Cuál será la viabilidad ambiental del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra?

## **1.3. Objetivo**

Elaborar la propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, 2023.

### **1.3.1. Objetivos Específicos**

- Evaluar los parámetros físico-químicos del Tetra Pak para la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra.
- Determinar la viabilidad social del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra.

- Determinar la viabilidad económica del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra.
- Determinar la viabilidad ambiental del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra.

#### **1.4. Hipótesis**

El uso de Tetra Pak en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra es una alternativa ecológicamente viable.

##### **1.4.1. Hipótesis Específicas**

- Los parámetros físico-químicos de la placa de Tetra Pak cumple los estándares de calidad de la norma técnica para su uso en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra.
- El uso de Tetra Pak en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra es socialmente viable.
- El uso de Tetra Pak en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra es económicamente viable.
- El uso de Tetra Pak en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra es ambientalmente viable.

#### **1.5. Justificación**

La presente investigación se centra en el reciclaje de uno de los tipos de residuos sólidos generados en el distrito de Puente Piedra conocido como Tetra Pak para su uso en la fabricación de contenedores municipales, debido a que este residuo se encuentra impactando negativamente a

los elementos medio ambientales tales como el suelo, agua y aire; ya que no son reutilizados ni reciclados en beneficio de los habitantes de este distrito, la cual además presenta problemas de falta de tachos municipales en puntos estratégicos, inadecuada cultura ambiental en la gestión de residuos sólidos por parte de los pobladores de la zona, la falta de botaderos y rellenos sanitarios autorizados para la disposición final de residuos, el aumento de instalaciones comerciales (mercados, supermercados, bares, hoteles, entre otros) y la falta de mejora en la gestión municipal que incentive y promueva una educación verde basada en las 3R (Reducir, Reciclar y Reutilizar).

Es por ello, la decisión de desarrollar este proyecto de investigación debido a que anualmente se observa un incremento en la generación de residuos sólidos la cual se encuentra directamente proporcional al aumento de los habitantes del distrito de Puente Piedra; y la necesidad de realizar la gestión del Tetra Pak para su uso en la fabricación de contenedores eco amigables que apoyen a todas las personas de los distintos sectores del distrito en la recolección y almacenamiento temporal de residuos sólidos para ello se han analizado los parámetros de calidad con la finalidad de que el contenedores eco amigable a base de Tetra Pak cumpla las expectativas tanto de los fabricantes como de la partes interesadas de este proyecto de investigación.

## **1.6. Antecedentes**

Quintero et al. (2017) en su investigación “Caracterización de la flexión y compresión de elementos estructurales huecos fabricados con láminas de Tetra Pak® reciclado y cálculo aproximado de la huella de carbono producida en su elaboración” (Colombia), tuvo como objetivo la creación de soluciones estructurales destinadas a viviendas temporales y de tamaño pequeño el cual usaron vigas y columnas huecas a base de Tetra Pak® como modelo que los ayudaran a comprender el comportamiento teórico, la relación tensión-deformación no lineales del material y

modelos de elementos finitos (MEF). El resultado de la mayoría de las muestras evaluadas en pruebas de flexión presentó fallas debido a la propagación de grietas en el área de la sección lateral. Por otro lado, las muestras sometidas a compresión alcanzaron su límite de carga (49.37 kN), observándose la pérdida de capacidad de carga de las columnas debido a la formación de mecanismos de inestabilidad. Finalmente se concluyó que el material Tetra Pak fue la opción más favorable en términos de reducción de la huella de carbono general, donde se observó una disminución del 20% en comparación con la producción de madera laminada comercial colombiana.

Canepa (2017) en su estudio titulado “Impacto Ambiental de envases multicapa” (México) tuvo como objetivo principal estimar la cantidad de emisiones de dióxido de Carbono que se emiten a la atmósfera durante el ciclo de vida de los envases multicapa, el cual describió el análisis ciclo de vida, etapas del ciclo de vida de los envases multicapa, estudios sobre análisis ciclo de vida de envases y embalajes, impacto ambiental y generación de contaminantes y la determinación de impactos. Concluyendo que el mayor productor de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el proceso de fabricación del aluminio, seguido del proceso de fabricación del papel y finalmente el polietileno (PE). Sin embargo, el polietileno (PE) es el que genera más residuos municipales, siendo los más relevantes la medición del impacto ambiental de las actividades productivas y de los envases.

Bernal & Palacio (2018) en su propuesta de investigación “Correlación entre las propiedades mecánicas de los bloques ecológicos fabricados con los componentes del Tetra Pak reciclado y bloques convencionales” (Quito) tuvo como objetivo general las propiedades físico-mecánicas de los bloques convencionales frente a bloques de hormigón elaborados a partir con una mezcla de Polialuminio (PEAL) y Polietileno de baja densidad (PEBD) extraídos de los envases



multicapa Tetra Pak, ligado con una matriz de cemento Portland, agua, agregado fino y grueso. Obteniendo como resultado que los bloques que reemplazan los componentes reciclados alcanzaron y superaron parcialmente las propiedades físico-mecánicas de los bloques convencionales, siendo las mezclas óptimas los bloques con 27 % de PEAL y 34 % de PEBD. Además, consideran al PEAL y PEBD como áridos gruesos debido a su forma y granulometría. Por lo que se concluyó que los dos primeros reemplazos de cada material en los bloques, 27% y 34 % PEAL, 27 % y 34 % PEBD cumplen con la resistencia neta mínima individual de 3.5 Mpa, pero solo el reemplazo de 34 % de PEBD cumple con la resistencia neta mínima del promedio de tres bloques de 4 Mpa.

Apolo & Cuellar (2019) en su investigación “Análisis entre paneles tradicionales y panel de Tetra Pak reciclado utilizado en la construcción para viviendas de sectores de bajos recursos” (Guayaquil) tuvo como objetivo analizar paneles tradicionales y panel de Tetra Pak reciclado mediante resultados de laboratorio para construcción de viviendas de sectores de bajos recursos, mediante la metodología cualitativa y cuantitativa. Los resultados obtenidos de las cinco (05) muestras analizadas involucraron ensayos de compresión, elasticidad, humedad y sonido. Al comparar estos paneles de aglomerado, se observó que tienen una resistencia similar dentro de los estándares establecidos para este tipo de paneles. En el ensayo de flexión, se determinó que el aglomerado resistente a la humedad (RH) presenta una mayor capacidad en comparación con el Media Density Fiber (MDF) y el panel de Tetra Pak. Por otro lado, en el ensayo de densidad se observó que el Tetra Pak tiene una densidad mayor en comparación con el MDF y el RH. Sin embargo, en la prueba de tracción, se evidenció que el RH muestra un mejor comportamiento en comparación con el MDF y el Tetra Pak.

Mass & Sarabia (2019) en su proyecto de investigación “Elaboración de tectán a partir de envases tipo tetrabrik” (México) teniendo como objetivo general diseñar un proceso a nivel laboratorio para la elaboración de placas de aglomerado de Tectán, mediante ensayos en laboratorio. El resultado de la temperatura de operación fue de 190 °C, con un coeficiente promedio del tectán en el rango de los materiales de muy baja permeabilidad mientras que el coeficiente del aglomerado de madera se encuentra dentro del rango de los materiales de baja permeabilidad. Adicional a ello, en la prueba de tableros ignífugos el aglomerado de tectán es un material ignifugo el cual tiene una pérdida muy pequeña mientras que el aglomerado de madera es un material inflamable ya que a este la llama duró más de 20 segundos y tiene una pérdida de masa mucho mayor.

Macías et al. (2020) en su estudio titulado “Evaluación de propiedades mecánicas de compuestos manufacturados a partir de contenedores de Tetra Pak® reciclados” (Colombia) haciendo uso de envases Tetra Pak® el cual fueron procesados en pequeños trozos y prensados en caliente para obtener láminas en una prensa hidráulica manual para evaluar la resistencia a la tracción (ASTM D3039). El análisis de fallos de las muestras se llevó a cabo mediante FE-SEM para identificar los problemas relacionados con el procesamiento y comprender las diferencias en las propiedades mecánicas. Los resultados mostraron que las muestras del tipo I fue de 9.5 MPa siendo estos de menor resistencia a la tracción y las muestras del tipo III alcanzaron mayor resistencia a la tracción con 37.4 MPa, por lo que se concluyó que mediante los ensayos mecánicos demostraron que este material puede utilizarse para fines no estructurales en la industria de la construcción.

Albaracin & Hurtado (2020) en su investigación “Caracterización mecánica y modelamiento del material compuesto entre polialuminio Tetra Pak® reciclado, polipropileno y polietileno tereftalato reciclado” (Ecuador) tuvo como objetivo caracterizar las propiedades mecánicas y modelar el material compuesto entre polialuminio Tetra Pak® reciclado, polipropileno, polietileno tereftalato reciclado, mediante una simulación realizada con el software ANSYS para los ensayos de tracción, compresión y flexión. Los resultados de las planchas de las distintas mezclas obtuvieron mejores características mecánicas a comparación de polialuminio al 100 % (elaboradas por la empresa Ecuaplastic), el polímero 100 % virgen con refuerzo de polialuminio en la prueba de elasticidad con un incremento de 197.69 %, concluyendo que es posible elaborar planchas conformadas a partir de residuos sólidos que antes eran considerados únicamente descartables.

Olfos et al. (2020) en su investigación sobre “Paneles de aislamiento térmico a base de Tetra-Pak® reciclado en Valparaíso” (Chile), presentaron un novedoso enfoque para reutilizar los residuos de Tetra-Pak® como materia prima para la fabricación de paneles aislantes para armazones de viviendas. Desarrollando tres paneles como sistemas de aislamiento asequibles para viviendas sociales, situaciones de emergencia y construcciones permanentes. Estos paneles fueron diseñados, fabricados y sometidos a pruebas, demostrando propiedades térmicas similares o incluso mejores que los aislantes tradicionales disponibles en el mercado local. Concluyendo que la fabricación e instalación de estos paneles es sencilla, y su bajo costo sugiere que son económicamente viables y sostenibles. Además, plantearon que la producción en masa podría reducir hasta un 70% los costos de fabricación de los paneles, lo que los haría competitivos en el mercado.

Flores (2020) en el desarrollo de su investigación “Prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción” (Guayaquil) tuvo como objetivo principal elaborar una cubierta ecológica empleando materiales reciclados de tetrabrik y plástico (PET) para el desarrollo de viviendas, mediante pruebas de ensayo de corrosión, combustión, flexión y absorción de agua. El resultado en el ensayo de flexión, la muestra Ppetbrik-S de 270 mm x 180 mm x 10 mm con un peso de 439.4 g soportó una carga máxima de 2.01 kN (kilo Newton) con módulo de rotura de 28.48 MPa (Megapascal) a comparación con la muestra Ppetbrik-M de 270 mm x 180 mm x 6 mm con un peso de 292.7 g soportó una carga de 0.96 kN con el módulo de rotura de 37.78 MPa, ambas muestras terminaron divididas en dos partes cerca de la mitad, en la prueba de combustión la muestra Ppetbrik-M tuvo mayor resistencia con el 17 % de afectación mientras que la muestra Ppetbrik-S tuvo el 45 % de afectación, debido a la mayor cantidad de plástico polipropileno presente en sus capas superficiales, lo que hace que la combustión sea más rápida. En la prueba de absorción de agua por 24 horas, la muestra Ppetbrik-M absorbió más agua que la placa Ppetbrik-S, debido a que el cartón absorbe más agua cuando está por capas que cuando está mezclado y recubierto por completo, y en el análisis de las pruebas de resistencias demostró que el polipropileno tiene buenas propiedades anticorrosivas porque no se observó desgaste o decoloración, finalmente se concluyó que los prototipos cumplen con las normas INEN 988 y 989, que establecen que cualquier teja plana debe tener una resistencia a la flexión de 55 kg/cm<sup>2</sup> y una absorción de agua máxima del 22 %.

Cárdenas (2021) en su tesis de “Modelo estratégico para la inclusión del Tetra Pak” (Colombia), con el objetivo general de realizar un modelo estratégico en gestión de diseño sobre el Tetra Pak y su ciclo de vida dentro la cadena de valor, para incorporar nuevas prácticas dentro

de la comunidad local, mediante métodos de experimentación. Resultó que el material no representa riesgo para la salud, se mantiene limpio, carece de olores y proporciona un eficiente aislamiento térmico. Además, es impermeable y resistente al fuego, ya que no propaga llamas, comprobándose que es resistente y elástico. En consecuencia, se concluyó que el Tetra Pak, un envase compuesto por cartón, plástico, polietileno y aluminio, se encuentra disponible en diversas formas, como paralelepípedos rectangulares o piramidales, entre otras. Estas características hacen que sea adecuado para su uso en la protección y conservación de alimentos refrigerados. Sin embargo, debido a las dinámicas del mercado, el Tetra Pak se utiliza como un envase de un solo uso, lo que genera una gran cantidad de desperdicio. Esto provoca que estos envases sean desechados en vertederos, lo que a su vez causa contaminación ambiental. Esta situación representa una oportunidad para recuperar el material y utilizar tecnologías de reciclaje.

Castañeda et al. (2022) en su investigación “Uso de Tetra Pack como elemento constructivo de cubiertas para techos de viviendas” (Ecuador) tuvo como objetivo principal analizar el uso de Tetra Pack como elemento constructivo en el área rural de la provincia del Guayas-Ecuador, el cual aplicó una investigación con enfoque cuantitativo y método deductivo. El resultado de la lámina de 0.50 cm con una sobrecarga de 68.3 kg, experimentó una deflexión de 40 mm que mostró fallas de deformación (sobrepasó su módulo de elasticidad). El ensayo de flexión reveló que de las tres (03) láminas tenían un módulo de elasticidad diferente, la tercera de las cuales tenía un espesor de 1.00 cm y tenía un módulo de elasticidad superior. En el tablero 3, la densidad disminuyó debido al prensado menos eficiente, lo que, además, el porcentaje de absorción de humedad de cada uno de los tres prototipos disminuyó en comparación con un aumento de la densidad.

Alvarez (2018) en su tesis de investigación “Implementación de un sistema de gestión ambiental y selección tecnológica para el residuo de envases de tetra pack” teniendo como objetivo principal formular un sistema de gestión ambiental para reciclar envases usados de tetra pack y describir las principales técnicas utilizadas en el reciclado, para generar una cadena de valor del residuo no utilizado, y evitar un pasivo ambiental en el mediano plazo y largo plazo, haciendo uso del método inductivo. Resultando que la matriz RIAM era la más adecuada para el manejo y el proceso de desechos de envases tetra pack y que es la mejor opción para este tipo de proceso. Concluyendo que la cantidad de desechos tetra pack utilizados en la región de Arequipa se estima en 832 toneladas métricas anuales (Tm), según la evaluación realizada utilizando la matriz RIAM, no hay efectos ambientales negativos significativos en el corto plazo, pero con el tiempo se generará un pasivo ambiental importante que será difícil de manejar.

Bujaico & Cantera (2018) en su trabajo de tesis “Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad para incrementar los KPI de línea de envasado Tetra Pak de Arcacontinental-Lindley planta Zarate 2018” realizaron comparaciones de indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad mediante el uso de cuadros comparativos, lo que resultó que, en la aplicación del sistema de mantenimiento, se observaron mejoras significativas en estos indicadores. La disponibilidad aumentó del 88 % al 91 %, la confiabilidad pasó del 83.5 % al 89.15 % y el tiempo de falla disminuyó de 25 a 15 horas. A partir de la evaluación de los indicadores clave de rendimiento (KPI), se concluyó que la eficiencia mecánica global de la línea de envasado Tetra Pak es del 82.40 %. El tiempo medio entre fallas global fue de 1.67 Hrs./falla, con una disponibilidad global del 82 % y una confiabilidad global del 65.42 %.

Fernandez (2020) en su investigación “Estudio técnico económico para una planta de placas aglomeradas a base de desechos de Tetra Pak con energía fotovoltaica” tuvo como objetivo determinar el tamaño de planta mínima para decidir que la energía solar fotovoltaica incidirá en mejores condiciones económicas para una Planta de Reciclaje a base de residuos de envases Tetra Pak en la ciudad de Arequipa, mediante el método de análisis del circuito actual y determinando su equivalente LED. Resultando que los costos de energía del sistema fotovoltaico son significativamente diferentes a los del sistema eléctrico, con un ahorro efectivo del 76%. Además, se ha demostrado el punto de ruptura entre los costos de energía eléctrica y la energía solar fotovoltaica. Finalmente se concluyó que la implementación de una fuente de energía basada en recursos solares fotovoltaicos será técnicamente rentable para las plantas con una capacidad de procesamiento de 1 Tm de desechos de envases plásticos.

De la Cruz & Vasquez (2020) en su propuesta de investigación “Elaboración de unidades de albañilería eco amigables con envases multicapas y poliestireno expandido para muros no portantes y losas aligeradas” tuvo como objetivo general analizar la influencia de las unidades de albañilerías ecos amigables con envases multicapas y poliestireno expandido en los muros no portantes y losas aligeradas, mediante ensayos en laboratorio, resultó que los eco ladrillos y eco bloques no alcanzan la resistencia mínima a la compresión requerida para la clasificación de ladrillos Tipo I ( $50 \text{ kg/cm}^2$ ). Además, en los ensayos de alabeo, tanto los eco ladrillos como los eco bloques mostraron valores inferiores a los establecidos por el reglamento E070, con una variación dimensional de 0.52 mm para los eco ladrillos y 0.38 mm para los eco bloques. Cabe mencionar que la variación dimensional mínima permitida según el reglamento es de 2 mm. Concluyendo que la utilización de unidades de albañilería eco amigables fabricadas con envases

multicapas y poliestireno expandido mejora la construcción de muros no portantes y losas aligeradas. Esto se debe a que se observó una optimización del área útil libre, un mejor comportamiento termoacústico, un menor consumo de agua y una contribución positiva al medio ambiente al utilizar estas unidades eco amigables.

Leal & Méndez (2020) realizaron un “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de casas de tectán para perros a partir del reciclaje de envases Tetra Pak” en el que se planteó determinar la factibilidad del mercado, técnica, económica, financiera y social de la instalación de una planta productora de casas de tectán diseñadas para perros a partir del reciclaje de envases de Tetra Pak. Teniendo como resultado la factibilidad de instalación de la planta de producción de casas para perros a partir de placas de Tectán, con ubicación en Lima Metropolitana, una extensión de 1253.1 m<sup>2</sup> e indicadores económicos (OOK, VAN y TIR) cuyos resultados comprueban y confirman la rentabilidad del proyecto y que aseguran que es factible la producción en masa de productos terminados a partir de Tectán en el país.

Prieto (2020) en su trabajo de tesis “Fijación de envases de Tetra Brik y de calamina metálica para el aislamiento térmico en el techo existente de calamina metálica de las viviendas ubicadas en el asentamiento humano Ciudad de Gosen - Sector 15 - del distrito de Villa María del Triunfo – 2019”, el resultado obtenido indica que en los tres modelos de estudio: Modelo 1 TBA, Modelo 2 TBCV y Modelo 3 TBCR, la adición de envases de Tetra Brik y calamina metálica como aislante térmico en los techos existentes de calamina metálica de las viviendas ubicadas en el asentamiento humano Ciudad de Gosen de Villa María del Triunfo logra una reducción de más del 60% en la transmitancia térmica. Además, se cumple con los requisitos establecidos en la norma EM.110 del Reglamento Nacional de Edificaciones.



Bouby (2021) en su tesis de investigación “Comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos, Lima – Puente Piedra, 2021, en el que planteó analizar el comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapack reciclado (polialuminio) para edificaciones. Se obtuvo que la estructura a base de Tetrapack cumplió con todas las normas técnicas según lo establecido, por lo que el resultado fue válido y eficiente, el cual tuvo un buen comportamiento frente a un sismo con una mejor resistividad ante el material de King Kong.

Navarrete (2021) en su investigación “Análisis de factibilidad para el acopio de envases Tetrapak en el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Huamanga” utilizó el método de análisis cuantitativo, el cual realizaron mediciones de números y estadística descriptiva. El resultado revela que el 62.9 % de la población del distrito de Ayacucho considera los envases Tetrapak al consumir lácteos o néctares. En cuanto a la variación del consumo en el último año, el 5.7 % indica un aumento considerable, el 34.3 % menciona un ligero aumento, el 38.6 % cree que no ha variado y el 21.4 % afirma que ha disminuido su consumo. En relación al reciclaje de estos envases, el 75.7 % de la población tiene conocimiento de que son reciclables, mientras que el 24 % no sabía que podían ser aprovechados como residuos reciclables. En conclusión, se determinó que la situación actual del distrito de Ayacucho muestra un panorama favorable para el desarrollo del reciclaje en general, incluyendo los envases Tetrapak, en relación con el conocimiento y consumo de estos.

Herrera & Cerron (2022) en su investigación “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de cascos para vehículos de micromovilidad a base de polialuminio” tuvo como objetivo demostrar la viabilidad económica, social, técnica y de mercado de la

instalación de una planta productora de cascos de protección para vehículos de micromovilidad a base de material aglomerado (polialuminio), mediante métodos cualitativos y cuantitativos. El resultado obtenido muestra que las encuestas desempeñaron un papel importante en el desarrollo del estudio de mercado y el cálculo de la demanda del proyecto, incluyendo la intención de compra (98 %) y la frecuencia de compra (81 %). Aunque el COK (Costo de Oportunidad del Capital) calculado es ligeramente alto, el proyecto es viable desde el punto de vista económico y financiero. Esto se debe a que se obtuvieron indicadores económicos favorables, como un periodo de recuperación de 3.45 años y una TIR (Tasa Interna de Retorno) del 57.65 %, que es significativamente superior al COK (37.84 %). Además, se obtuvieron indicadores financieros sólidos, como un periodo de recuperación de 2.46 años y una TIR del 79.73 %, también muy por encima del COK (37.84 %). En conclusión, se determinó que la implementación de una planta productora de cascos para vehículos de micromovilidad basados en polialuminio es viable en cualquiera de los tres escenarios previstos. Además, representa una excelente oportunidad de negocio debido a que se trata de un mercado nuevo con un gran potencial de crecimiento.

## **1.7. Marco Teórico**

### **Residuos sólidos**

Los residuos sólidos son aquellos materiales, sustancias, objetos o elementos sólidos que al no ser manejados adecuadamente pueden causar riesgos a la salud y al ambiente en virtud de lo establecido en la normatividad nacional (Ministerio del Ambiente, 2012).

### **Residuos municipales**

Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales son los generados en viviendas particulares, comercios, oficinas y servicios cuyos residuos se pueden asimilar a los

servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción (Instituto Nacional de Calidad, 2019).

### **Gestión de residuos sólidos**

Conjunto de acciones y procesos que se llevan a cabo para prevenir, minimizar, controlar y dar un manejo adecuado a los residuos generados en el territorio nacional, con el fin de proteger la salud pública y el ambiente (MINAM, 2012).

### **Manejo de residuos sólidos**

“Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo usado desde la generación hasta su disposición final” (MINAM, 2012, p.86).

### **Reciclaje**

Proceso mediante el cual los materiales o productos que han sido descartados como residuos sólidos son transformados para convertirse en nuevos materiales o productos, con el objetivo de reducir la demanda de recursos naturales, minimizar la generación de residuos y disminuir los impactos ambientales asociados a su producción (MINAM, 2012).

### **Almacenamiento**

“Operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas y sanitarias, como parte del sistema de manejo hasta su valorización o disposición final” (INACAL, 2019, p.9).

### **Relleno sanitario**

“Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria

y ambiental” (MINAM, 2012, p.103).

### **Economía circular**

“La creación de valor no se limita al consumo definitivo de recursos, considera todo el ciclo de vida de los bienes. Debe procurarse eficientemente la regeneración y recuperación de los recursos dentro del ciclo biológico o técnico, según sea el caso” (D.L. N° 1278-2016-MINAM, 2016, p. 1).

### **Valorización de residuos**

Conjunto de procesos y actividades que permiten recuperar y aprovechar los recursos contenidos en los residuos sólidos, ya sea a través de su reutilización, reciclaje, compostaje o valorización energética. El objetivo principal de la valorización es reducir la cantidad de residuos destinados a la disposición final y maximizar el uso eficiente de los recursos disponibles (D.L. N°1278-2016-MINAM, 2016).

### **Desarrollo sostenible**

“Es el desarrollo que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas” (MINAM, 2012, p.64).

### **Ecoeficiencia**

“En términos amplios, la ecoeficiencia está referida a producir más bienes y servicios con menos impacto ambiental” (MINAM, 2012, p.66).

### **Educación ambiental**

Proceso integral y permanente que tiene como objetivo promover la conciencia, el conocimiento, los valores, las actitudes, las habilidades y las prácticas necesarias para comprender, valorar y proteger el ambiente y los recursos naturales (MINAM, 2012).

### **Uso sostenible**

Utilización responsable y equilibrada de los recursos naturales y servicios ecosistémicos, de manera que se satisfagan las necesidades presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (MINAM, 2012).

### **Buenas prácticas ambientales**

“Se considera Buenas Prácticas Ambientales a quien ejerciendo o habiendo ejercido cualquier actividad económica o de servicio, cumpla con todas las normas ambientales u obligaciones a las que se haya comprometido en sus instrumentos de gestión ambiental” (MINAM, 2012, p.52).

### **Contaminación ambiental**

“Acción y estado que resulta de la introducción por el hombre de contaminantes al ambiente por encima de las cantidades y/o concentraciones máximas permitidas tomando en consideración el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes en el ambiente” (MINAM, 2012, p. 61).

### **Envase Tetra-Pak**

Envase para el almacenamiento de líquidos como leche o jugo, elaborado con un sistema multicapa, constituido por cuatro capas de polietileno, una de aluminio y una de papel grueso o cartón, que se mantiene el contenido por un largo periodo de tiempo al ser aséptico (Turrado et al., 2012).

**Tabla 1***Estructura de envase del Tetra Pak*

<b>Composición</b>	<b>Descripción</b>
Papel y cartón	75 %
Polietileno	20 %
Aluminio	5 %

*Nota.* Fuente: Reciclario

**Tectán**

Compuesto aglomerado obtenido de envases Tetra-Pak reciclados sometidos a presión y temperatura, cuyas propiedades lo hacen ideal como sustituto de la madera en la fabricación de muebles de todo tipo (Rizaluddin et al., 2020).

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Diseño de la Investigación

Según Hernández et al. (2006) definen que el diseño de investigación es el “plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación y responder al planteamiento.” (p. 128), debido a que se busca explicar el impacto del uso de los envases Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, por lo que el diseño del presente estudio es no experimental, la misma sustentada por Palella & Martins (2012) “El diseño no experimental es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes” (p. 87).

Por lo tanto, en concordancia con el concepto de Palella & Martins (2012) se considera que la presente investigación es no experimental, en tal caso no se realizará la manipulación de las variables en el ambiente seleccionado para el estudio.

### 2.2. Población y Muestra

#### ➤ Población

Según Hernández et al. (2006) indican que la población se define como “La totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades poseen características en común, las cuales se estudian y dan origen a los datos de investigación” (p. 239), en base a ello la propuesta de uso del Tetra Pak como material ecológico sostenible en la fabricación de contenedores para la recolección de residuos sólidos municipales tendría como población de estudio el distrito de Puente Piedra, el cual cuenta con un área total de 71.18 km<sup>2</sup> (71 180 000 m<sup>2</sup>), así como se muestra en el ANEXO

N° 3.

➤ **Muestra**

La muestra de la presente investigación comprende 9 puntos de muestreo, los cuales corresponden a los siguientes parques P01 (Parque Leoncio Prado), P02 (Parque Agraviados de Vicentello), P03 (Parque El Caliche), P04 (Parque La Alborada), P05 (Parque Virgen del Carmen), P06 (Parque Los Jardines de Puente Piedra), P07 (Parque San Martín), P08 (Parque Chabuca) y P09 (Parque La Hoja), todos estos comprenden un área total de 0.0208 km<sup>2</sup> (20,798.77 m<sup>2</sup>) perteneciente al distrito de Puente Piedra, tal y como se muestra en el ANEXO N° 4.

### **2.3. Técnicas e Instrumentos**

En el presente estudio de investigación se ha utilizado la técnica del análisis de los parámetros de las placas a base de Tetra Pak basándose en la Norma Técnica Colombiana NTC 2261 Madera. Tableros de partículas aglomeradas para aplicaciones interiores no estructurales (segunda actualización) aprobada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) y ratificada por el Consejo Directivo del 2003-07-23.

El instrumento que se utilizó para obtener resultados de la viabilidad social fueron encuestas validadas por profesionales del tipo de estudio (ambiental/económico) el cual consistió en 10 preguntas y realizado a una muestra de 120 pobladores, ubicados en los 9 puntos de muestreo (mencionado líneas arriba en el punto 2.2); para la viabilidad económica se utilizó la ficha de recolección de datos de elaboración propia para verificar los costos de producción de las placas a base de Tetra Pak comparándolas con el precio de compra de contenedores metálicos y plásticos de capacidades similares y para la viabilidad ambiental se procedió al análisis e interpretación del informe de estudio de caracterización de residuos sólidos realizado por la Municipalidad de Puente



Piedra.

#### **2.4. Procedimiento de Recolección de Datos**

- Recolección de datos para el informe técnico de la Gerencia de Gestión Ambiental:

La presente investigación involucró la búsqueda de información a través de las aplicaciones Google Earth Pro y programa Google Maps para la identificación y selección de los puntos de muestreo. Además, para tener conocimientos sobre la gestión de residuos sólidos en el distrito de Puente Piedra se realizó la solicitud de información a la Gerencia de Gestión Ambiental – Sub Gerencia de Limpieza Pública de la Municipalidad de Puente Piedra donde se obtuvieron datos específicos de la cantidad de residuos sólidos generados, reciclados y almacenados del año 2019.

- Recolección de datos para el trabajo en campo:

Se procedió con el armado e instalación de la prensa calorífica, con la cual se fabricaron las placas a base de Tetra Pak, que fueron utilizadas como muestras para el análisis de los parámetros físico-químicos, obteniendo los costos de fabricación y producción de las placas a base de Tetra Pak. Además, se realizaron las encuestas a los pobladores ubicados en los 9 puntos de muestreo en el distrito de Puente Piedra.

#### **2.5. Procedimiento de Análisis de Datos**

- Para el informe técnico de la Gerencia de Gestión Ambiental

Se utilizó el siguiente informe técnico de la Municipalidad de Puente Piedra: estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Puente Piedra 2019, obtenido a través de la Gerencia de Gestión Ambiental – Sub Gerencia de Limpieza Pública de la Municipalidad de Puente Piedra, las mismas que se describen a continuación:

a) Identificación de los puntos de muestreo:

Se utilizaron nueve (09) puntos de muestreo identificados como: P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08 y P09, los criterios para seleccionar estos puntos fueron: se consideraron los parques más cercanos y de mayor accesibilidad, debido a que estos corresponden al distrito de Puente Piedra, los cuales sirvieron para aplicar la encuesta a los pobladores aledaños (ver ANEXO N° 5) y obtener la viabilidad social, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Georreferenciación de los puntos de muestreo del distrito de Puente Piedra*

Punto de muestreo	Descripción	Coordenadas UTM		Zona
P01	Parque Leoncio Prado	11°50'25.80"S	77°6'13.78"O	18L
P02	Parque Agraviados de Vicentello	11°50'42.90"S	77°6'22.18"O	18L
P03	Parque El Caliche	11°50'59.25"S	77°5'55.32"O	18L
P04	Parque La Alborada	11°50'50.70"S	77°6'25.65"O	18L
P05	Parque Virgen del Carmen	11°50'53.29"S	77°6'29.98"O	18L
P06	Parque Los Jardines de Puente Piedra	11°51'1.27"S	77°5'41.43"O	18L
P07	Parque San Martín	11°50'37.98"S	77°5'39.68"O	18L
P08	Parque Chabuca	11°50'41.44"S	77°5'34.78"O	18L
P09	Parque La Hoja	11°50'34.19"S	77°5'29.81"O	18L

- Para los trabajos en campo:

Para la obtención de las placas a base de Tetra Pak se procedió con el armado de la máquina industrial conocida como prensa calorífica, el cual se detalla los siguientes pasos a continuación:

**a) Fabricación de la prensa calorífica (ver ANEXO N° 8)**

- Se realizó la compra de materiales, insumos y EPPs para la fabricación de la prensa calorífica y elaboración de placas a base de Tetra Pak.
- Se trasladó los materiales, herramientas, equipos y EPPs indicados en la Tabla 3 para iniciar con la fabricación de la prensa calorífica.
- Se utilizó fierros galvanizados tipo cuadrado de diferentes dimensiones para formar una estructura base de forma cúbica seguido de un arco metálico con fierros galvanizados tipo ángulo en forma de puente donde se instaló la prensa.
- Se ejecutó el proceso de soldadura en ambas estructuras con electrodos modelo 6011 y personal técnico calificado, fabricando así una base sólida y resistente para el proceso del prensado posterior a su pintado.
- Para el ascenso y descenso de las planchas de acero galvanizado de 3/8 se soldó un perno de 5/8 x 5” en cada extremo de la base metálica que sirvió como guía durante el proceso de prensado.
- Se seleccionó dos (02) planchas de acero galvanizado de dimensiones 67 cm x 38.5 cm x 10 mm de espesor, las cuales estuvieron suspendidas y funcionaron como elementos de compactación junto a la gata hidráulica tipo botella de 2 Tn.

- Se realizó la perforación de un (01) orificio en cada extremo de las planchas de acero galvanizado haciendo uso del taladro para el pase de los pernos de 5/8 x 5” que servirán como guías en el proceso de prensado.
- En el centro de la plancha de acero galvanizado superior se soldaron cuatro (04) tuercas que servirán como base de la gata hidráulica tipo botella para evitar el contacto directo con las resistencias eléctricas a instalarse.
- Se instalaron dos (02) resistencias eléctricas con capacidad de 32 A en cada una de las planchas de acero galvanizado que funcionaron como fuente de calor en la elaboración de placas a base de Tetra Pak.
- Para mantener suspendido la plancha de acero galvanizado se colocó dos (02) resortes de tensión de 3”, que además sirvieron de ayuda en el ascenso y descenso de dicha plancha durante el proceso de prensado.
- Se finalizó la fabricación de la prensa calorífica con la instalación de cuatro (04) cables eléctricos #12 AWG con terminales eléctricos y un (01) interruptor termomagnético con capacidad de 40 A para el encendido/apagado de la máquina; además se instaló la gata hidráulica en la plancha de acero galvanizado superior.

**b) Fabricación de las placas a base de Tetra Pak (ver ANEXO N° 9).**

Para la medición de los parámetros, se procedió con la fabricación de placas cuadradas de medidas 12 cm de largo x 12 cm de ancho x 1 cm de espesor, teniendo como única materia prima los envases de Tetra Pak, por ello se realizó la recolección de este tipo de residuo sólido a través del pedido y compra a los pobladores de los distintos sectores del distrito de Puente Piedra que consuman productos que utilicen este tipo de envase por lo que se realizaron los siguientes pasos:

- Lavado: los envases de Tetra Pak recolectados fueron sometidos a un lavado mediante inmersión en una tina que contenía agua y detergente. Este proceso tenía como objetivo eliminar cualquier impureza presente en los envases, como sustancias orgánicas que pudieran estar adheridas y podrían causar malos olores. Se repitió el paso tres (03) veces para garantizar una limpieza adecuada.
- Corte manual: se realizó el corte de las 50 unidades (und) de envases de Tetra Pak lavadas haciendo uso de tijeras, primero en tiras rectangulares y luego en pequeños cuadrados de 1 cm x 1 cm, las cuales fueron colocadas en una tina de plástico.
- Molde: los trozos de Tetra Pak obtenidos del proceso de corte fueron colocados en una bolsa de plástico de dimensiones 46 cm x 32 cm para que el material no se desperdicie y se pueda dar la forma rectangular similar a la plancha metálica inoxidable de dimensiones 48 cm x 32 cm utilizada como molde.
- Prensado en caliente: haciendo uso de la prensa calorífica se aplicó la técnica de prensado, donde las resistencias eléctricas superior e inferior ejercieron una temperatura de 140.4 °C al molde metálico con los trozos de Tetra Pak durante un tiempo de 2 horas. El calentamiento al que se sometió el material permitió la fusión del polietileno presente en los envases, lo cual resultó la unión del aluminio y el cartón para formar una plancha rectangular fabricada a base de Tetra Pak.
- Enfriamiento: transcurrido el tiempo de prensado en caliente, se retiró el molde metálico de la prensa calorífica procediendo a trasladarlo a una zona despejada y se dejó enfriar a temperatura ambiente por 1 hora donde la plancha obtuvo una mayor dureza y rigidez.

– Corte de placas: se retiró la plancha a base de Tetra Pak del molde metálico donde se midió y marcó la forma de las placas a cortar haciendo uso del esmeril angular obteniendo cinco (05) placas de dimensiones 12 cm x 12 cm necesarias para el análisis del laboratorio.

**c) Materiales (ver ANEXO N° 10)**

Los materiales y equipos son descritos a continuación, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Lista de materiales, herramientas, equipos y equipos de protección personal (EPPs)*

Materiales		Herramientas	Equipos	EPPs
Fabricación de prensa calorífica	Fabricación de placas a base de Tetra Pak			
Fierros galvanizados tipo ángulo de 1 ½" x 1/8	Envases de Tetra Pak	Espátula	Pinza amperimétrica 374 FC	Pantalón jean
Fierros galvanizados tipo cuadrado de 1 ½" x 2 mm	Planchas metálicas de 48 cm x 32 cm	Alicates (universal, corte y punta)	Termómetro infrarrojo 62 MAX	Camisa manga larga
Pernos de 5/8 x 5"	Tinas de plásticos	Desarmadores (estrella y plano)	Taladro	Guantes de cuero
Plancha de acero galvanizado de 67 cm x 38.5 cm x 10 mm	Bolsas plásticas de 46 cm x 32 cm	Tijeras	Esmeril angular	Casco de seguridad
Resorte de tensión de 3"	Detergente	Gata hidráulica tipo botella de 2 Tn	Celular con cámara fotográfica	Zapato de seguridad
Cables eléctricos color celeste y negro #12 AWG		Wincha métrica de 8 m	Máquina de soldar	Orejas de seguridad
Terminales eléctricos #12 AWG		Cutter		Lentes de seguridad
Interruptor termomagnético de 40 A				Guardapolvo
Resistencias eléctricas de 32 A				Mascarilla KN95
Electrodos modelo 6011				

Una vez realizado los pasos anteriormente mencionados, se procedió a llevar las placas al laboratorio JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L. (ver ANEXO N° 6) para el posterior análisis de los parámetros de: densidad, módulo de rotura, absorción de agua a 24 horas, estabilidad dimensional frente a cambios de humedad y resistencia química (detergente, lejía y HCL), después de 15 días calendario se obtendrán los resultados de todos los parámetros de estudio indicados para luego realizar la interpretación de los análisis y tablas por cada parámetro y ser comparados con la Norma Técnica Colombiana NTC 2261 Madera. Tableros de partículas aglomeradas para aplicaciones interiores no estructurales (segunda actualización).

#### **d) Costos Operativos:**

Para que el Tetra Pak sea considerado como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra debe presentar ventajas competitivas desde un punto de vista económico. Se deben tomar en cuenta los costos para la fabricación de la prensa calorífica y producción de las placas a base de Tetra Pak detallados en el formato de costos de operación (ver ANEXO N° 11).

## **2.6. Aspectos éticos**

La presente investigación ha sido elaborada teniendo en consideración el respeto por los principios éticos; ya que se realizó la investigación sin ningún tipo de riesgo que atente contra la sociedad y ecosistema. Asimismo, se ha respetado la información de las investigaciones realizadas por cada autor mencionado en el presente estudio, los cuales han sido correctamente citados en el formato de la norma APA (7ª edición) junto con las fuentes de información proporcionada por cada institución donde se ha respetado su originalidad evitando cualquier tipo de adulteración ni



modificación de su contenido, por lo que se mencionan todas las fuentes bibliográficas con la finalidad de establecer las bases para futuros proyectos de investigación.

### CAPÍTULO III: RESULTADOS

#### 3.1. Evaluación de los parámetros físico-químicos del Tetra Pak para la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra

La Tabla 4 muestra el parámetro de densidad con el valor establecido en la norma, teniendo como resultado que la placa está considerada como un producto de alta densidad con 811.40 kg/m<sup>3</sup>, el cual al compararse con la normativa NTC 2261 se observó que la densidad si cumple.

**Tabla 4**

*Parámetros de calidad de la muestra de la placa a base de Tetra Pak*

Parámetro	Unidad	Muestra de la placa a base de Tetra Pak	NTC 2261
Densidad	kg/m <sup>3</sup>	811.40	Tablero de baja densidad: generalmente menor de 500 kg/m <sup>3</sup> Tablero de media densidad: generalmente entre 500 kg/m <sup>3</sup> y 800 kg/m <sup>3</sup> Tablero de alta densidad: generalmente mayor de 800 kg/m <sup>3</sup>

La tabla 5 muestra el parámetro de módulo de rotura con el valor establecido en la norma, teniendo como resultado que la placa está considerada como un producto de grado medio especial con 17.90 N/mm<sup>2</sup>, el cual al compararse con la con la normativa NTC 2261 se observó que el módulo de rotura cumple.

**Tabla 5**

*Valores mínimos de módulo de rotura para tableros de partículas aglomeradas*

Parámetro	Unidad	Muestra de la placa a base de Tetra Pak	NTC 2261
Módulo de rotura	N/mm <sup>2</sup>	17.90	HG: tablero de grado alto de 21.0 N/mm <sup>2</sup> MGS: tablero de grado medio especial de 14.5 N/mm <sup>2</sup> MG1: tablero de grado medio uno de 11.0 N/mm <sup>2</sup> LG: tablero de grado bajo de 8.0 N/mm <sup>2</sup>

La tabla 6 muestra el parámetro de estabilidad dimensional frente a cambios de humedad con el valor establecido en la norma, teniendo como resultado que la placa posee mayor resistencia a los agentes atmosféricos y a los cambios de temperatura con 6.5 %, el cual al compararse con la con la normativa NTC 2261 se observó que la estabilidad dimensional frente a cambios de humedad si cumple.

**Tabla 6**

*Determinación de la propiedad física del material*

Parámetro	Unidad	Muestra de la placa a base de Tetra Pak	NTC 2261
Estabilidad dimensional frente a cambios de humedad	%	6.5	5 % - 11 %

La tabla 7 muestra el parámetro de resistencia química establecido en la norma, teniendo como resultado que la placa está considerada como un producto muy bueno ya que al someterse a sustancias químicas como el detergente, lejía y HCl tuvieron un gestaste del 20 %, 16.7 % y 14.3 % respectivamente, es decir que no presenta comportamientos deformables de la placa analizada el cual al compararse con la con la normativa NTC 2261 se observó que la resistencia química cumple.

**Tabla 7**

*Parámetro de resistencia química de la placa a base de Tetra Pak*

Parámetro	Unidad	Muestra de la placa a base de Tetra Pak	NTC 2261
Resistencia química (detergente, lejía y HCl)	-	Muy bueno	Bueno: desgaste < 10 % Muy bueno: desgaste ≥ 10 % - 30 % Malo: desgaste ≥ 30 %

La tabla 8 muestra el parámetro de absorción de agua a 24 horas establecido en la norma, teniendo como resultado que la placa está considerada como un producto de baja absorción con 0.86 %, es decir que no sufrirá daños por zonas húmedas garantizando la durabilidad de los mismos, el cual al compararse con la con la normativa NTC 2261 se observó que la absorción del agua a 24 horas si cumple.

**Tabla 8**

*Parámetro de absorción de agua de la placa a base de Tetra Pak*

Parámetro	Unidad	Muestra de la placa a base de Tetra Pak	NTC 2261
Absorción de agua a 24 horas	%	0.86	< 1 %

### **3.2. Determinar la viabilidad social del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra**

Para el diagnóstico de la viabilidad social para el uso de Tetra Pak como materia prima en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra se encuestó a diferentes pobladores aledaños a la zona de estudio, las preguntas estuvieron enfocadas en la gestión del manejo de residuos sólidos domiciliarios y uso de Tetra Pak el cual se observó que, entre los encuestados, el 67 % es de género femenino mientras que el 33 % es de género masculino según la Tabla 9 y Figura 1 a continuación:

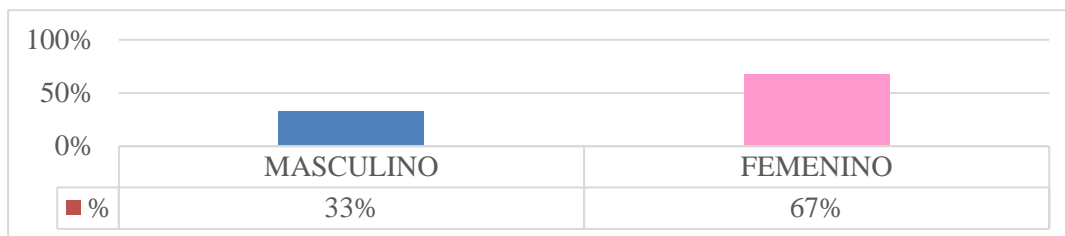
**Tabla 9**

*Género de los pobladores encuestados en el distrito de Puente Piedra*

Categoría	<i>f</i>	%
Masculino	40	33%
Femenino	80	67%
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>

**Figura 1**

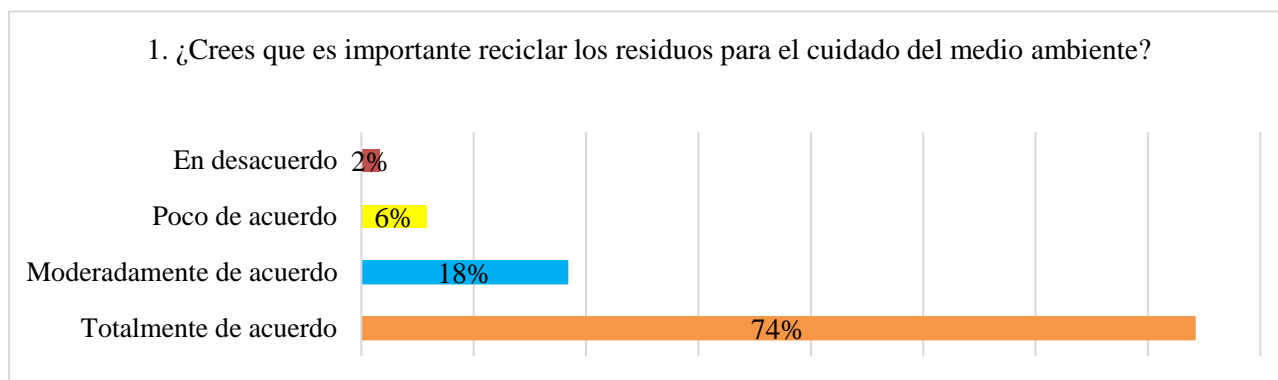
*Porcentaje de los pobladores encuestados en el distrito de Puente Piedra*



La Figura 2 muestra que el 74 % de los pobladores del distrito de Puente Piedra consideran que es importante reciclar los residuos sólidos para el cuidado del medio ambiente, mientras que el 2 % se muestra en desacuerdo.

**Figura 2**

*Importancia de reciclar los residuos sólidos para el cuidado del medio ambiente*



En la Figura 3 se observa que el 48 % de los pobladores del distrito de Puente Piedra consideran que sus vecinos no tienen una cultura de reciclaje y reutilización, en cambio el 7 % consideran lo contrario.

**Figura 3**

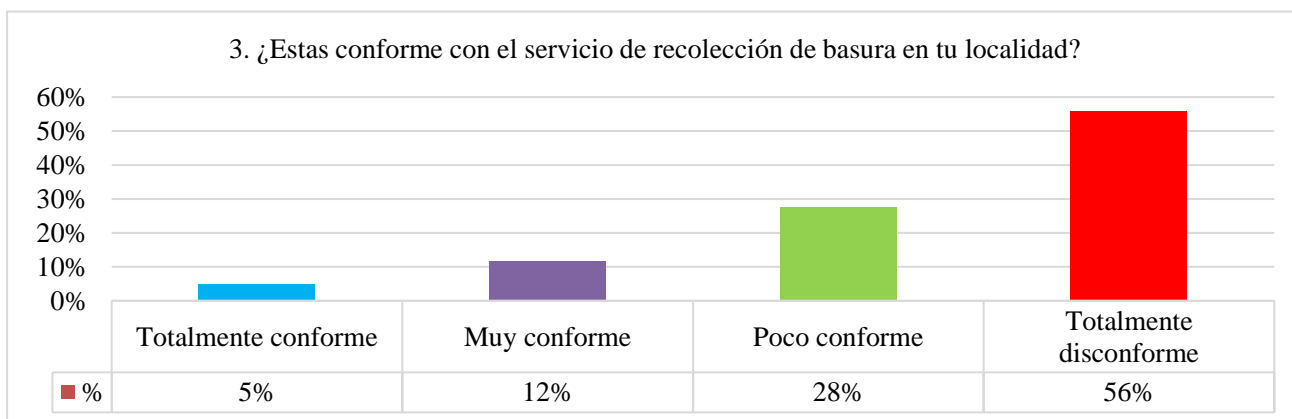
*Cultura de reciclaje y reutilización en el distrito de Puente Piedra*



En la Figura 4 se evidencia que el 56 % de los pobladores del distrito de Puente Piedra están totalmente disconformes con el servicio de recolección de basura en su localidad, mientras que el 5 % están totalmente conforme.

**Figura 4**

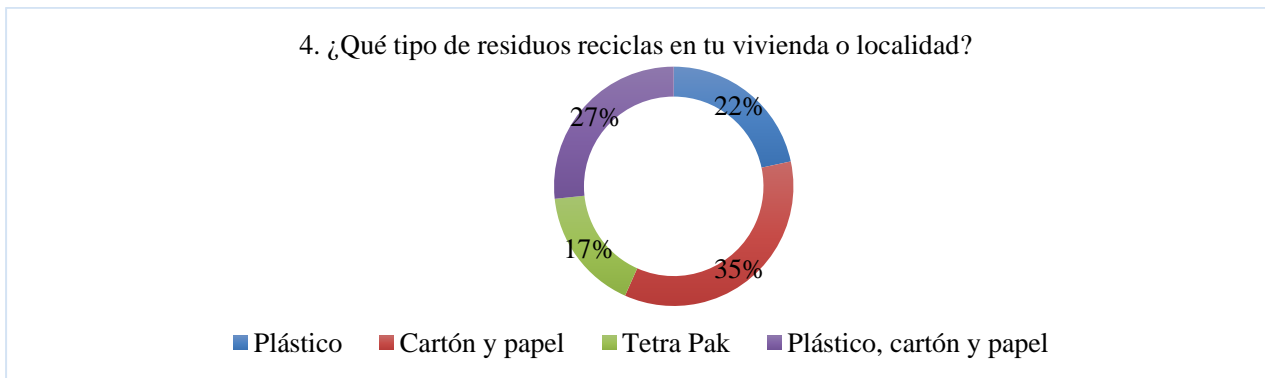
*Servicio de recolección de basura en la localidad de Puente Piedra*



La Figura 5 muestra que los pobladores del distrito de Puente Piedra reciclan diferentes tipos de residuos sólidos en su vivienda o localidad tales como: 35 % cartón y papel, 27 % plástico, cartón y papel, 22 % plástico y el 17 % Tetra Pak.

**Figura 5**

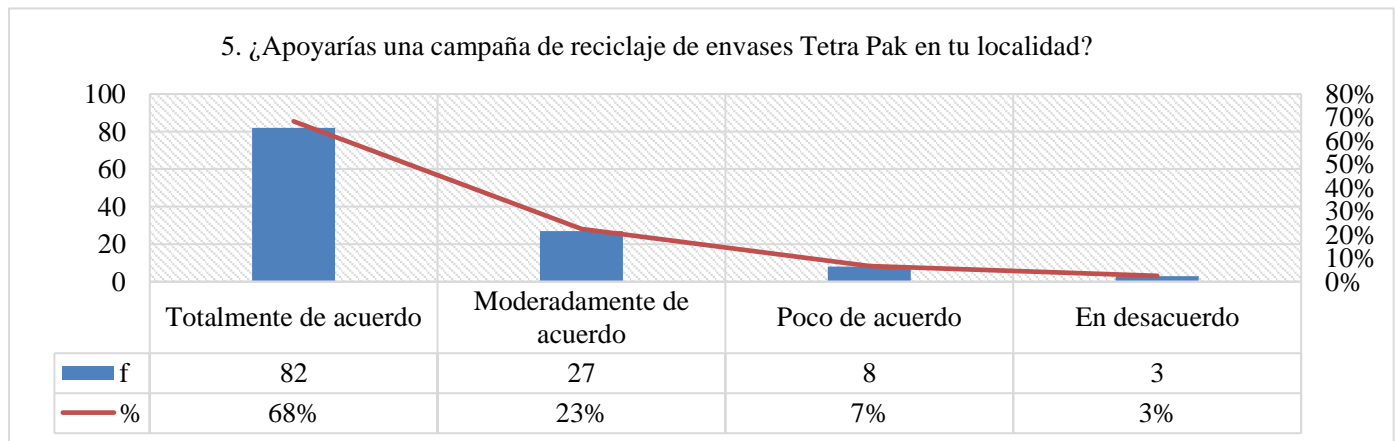
*Tipo de residuos reciclados en la vivienda o localidad de Puente Piedra*



En la Figura 6 se observa que el 68 % de los pobladores del distrito de Puente Piedra están totalmente de acuerdo en apoyar una campaña de reciclaje de envases Tetra Pak en su localidad, sin embargo, el 3 % se encuentran en desacuerdo para realizar dicha actividad.

**Figura 6**

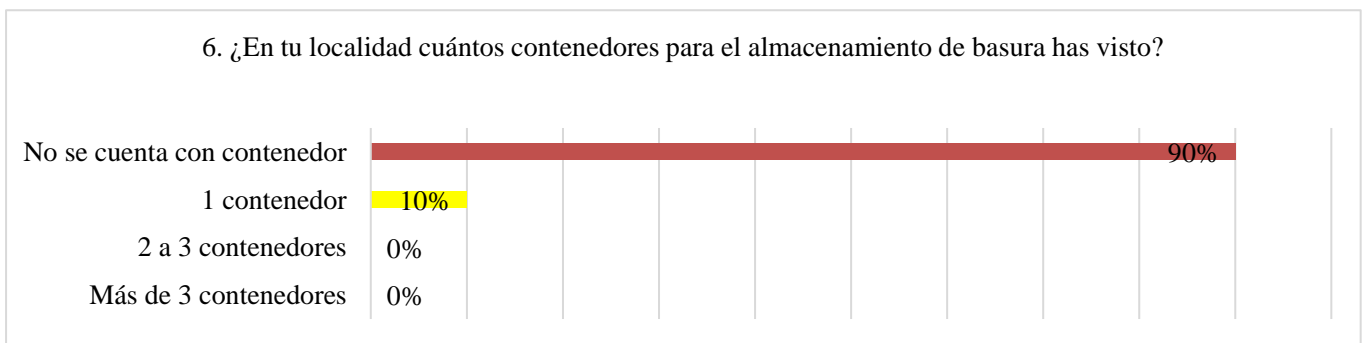
*Campaña de reciclaje de envases de Tetra Pak en la localidad de Puente Piedra*



En la Figura 7 muestra que el 90 % de los pobladores del distrito de Puente Piedra mencionan que no cuentan con contenedores para el almacenamiento de basura en su localidad, mientras que el 10 % mencionan que han visto 1 contenedor de basura en los alrededores del distrito.

**Figura 7**

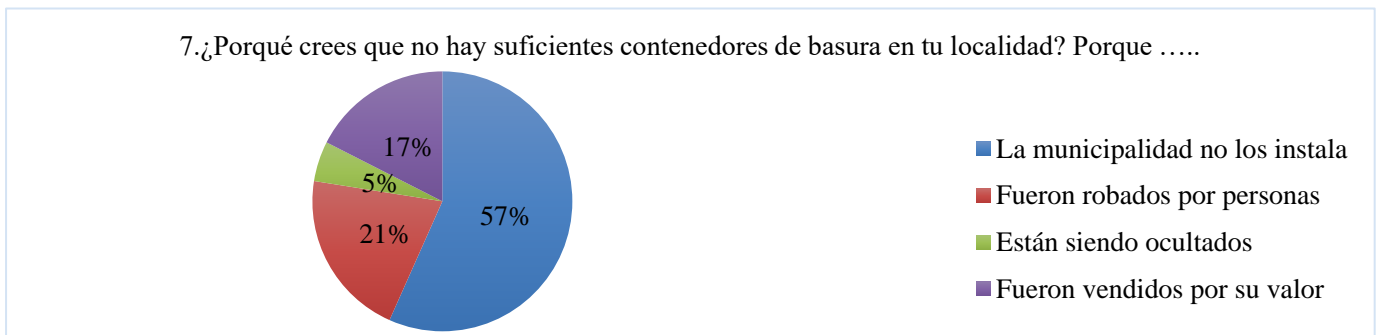
*Contenedores para el almacenamiento de basura en el distrito de Puente Piedra*



En la Figura 8 se evidencia que el 57 % de los pobladores del distrito de Puente Piedra cree que no hay suficientes contenedores de basura en su localidad porque la municipalidad no los instala, el 21 % cree que fueron robados por personas, el 17 % cree que fueron vendidos por su valor y el 5 % cree que están siendo ocultados.

**Figura 8**

*Contenedores de basura en la localidad de Puente Piedra*

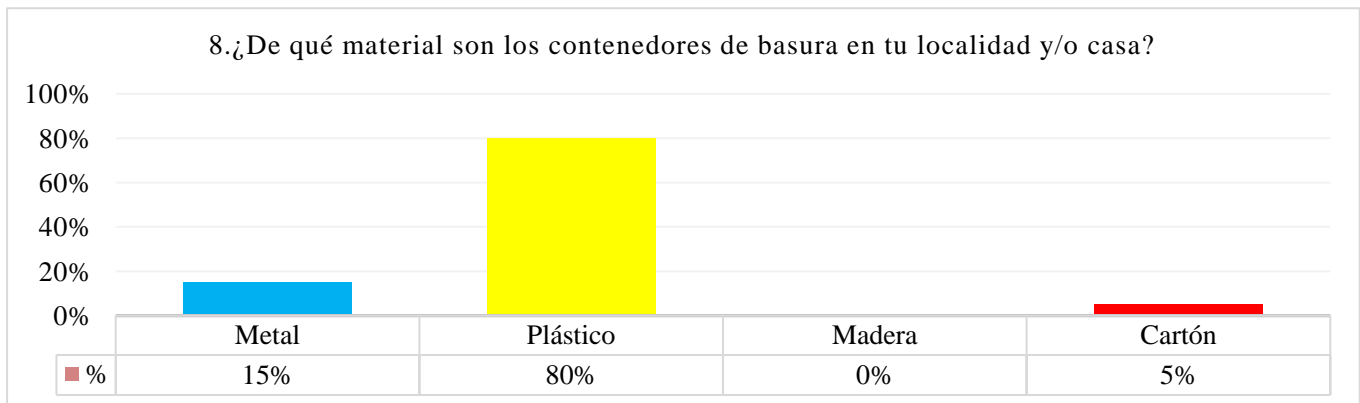




La Figura 9 muestra que los pobladores del distrito de Puente Piedra disponen de diferentes tipos de contenedores de basura en su localidad y/o casa, tales como: 80 % son de plástico, 15 % son de metal y el 5 % son de cartón.

**Figura 9**

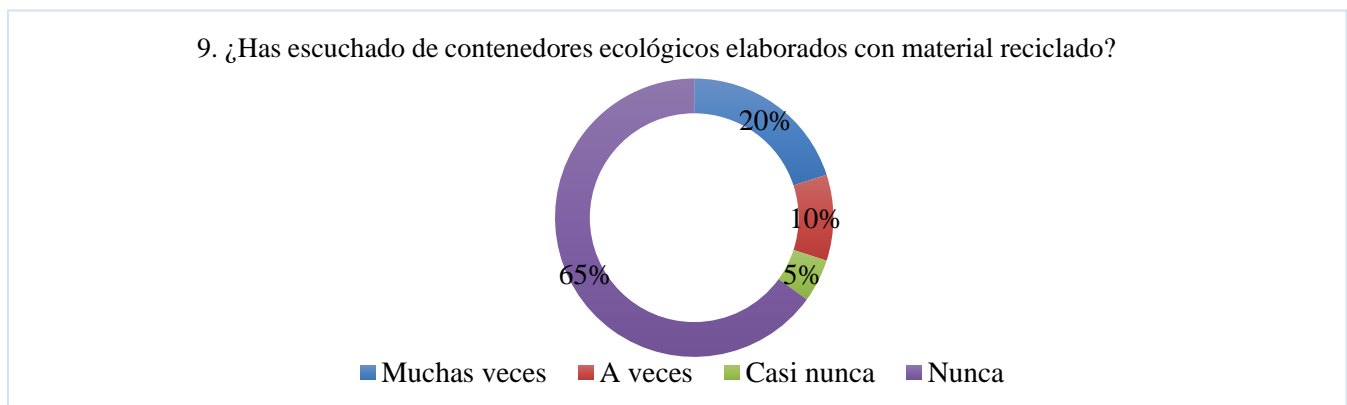
*Material de los contenedores de basura en la localidad y/o casa en el distrito de Puente Piedra*



En la Figura 10 se evidencia que el 65 % de los pobladores del distrito de Puente Piedra nunca han escuchado de contenedores ecológicos elaborados con material reciclado, mientras que el 20 % muchas veces ha escuchado sobre este tipo de contenedores.

**Figura 10**

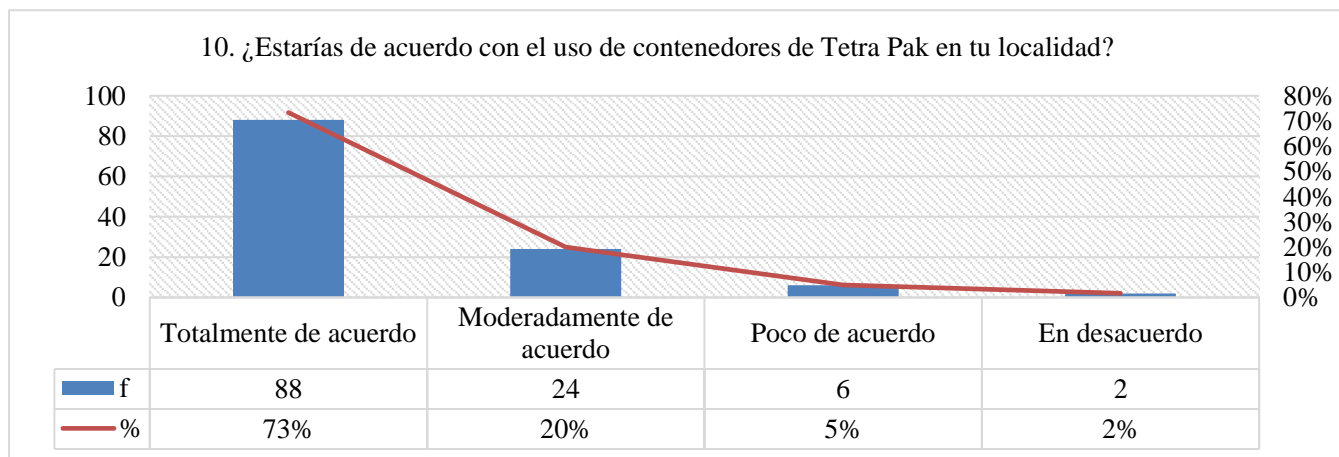
*Contenedores ecológicos elaborados con material reciclado*



En la Figura 11 se evidencia que el 73 % de los pobladores del distrito de Puente Piedra están totalmente de acuerdo con el uso de contenedores de Tetra Pak en su localidad, mientras que el 2 % están en desacuerdo.

**Figura 11**

*Uso de contenedores de Tetra Pak en la localidad de Puente Piedra*



### **3.3. Determinar la viabilidad económica del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra**

Para el diagnóstico de la viabilidad económica del uso de Tetra Pak en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra se recopiló los costos operativos detallados (ver ANEXO N° 12), en el cual se adaptó la economía circular como restaurativo y regenerativo por diseño que tiene como objetivo conservar los productos, componentes y materiales en su mayor beneficio y valor en todo momento, en base a ello se realizó una propuesta de uso con la materia prima Tetra Pak (material a reutilizarse y reciclarse) como se muestra en la Tabla 10 y Figura 12,

el cual se estimó los costos para la fabricación de contenedores de diferentes capacidades (L) y dimensiones (cm), tal y como se muestra en la Tabla 11 a continuación:

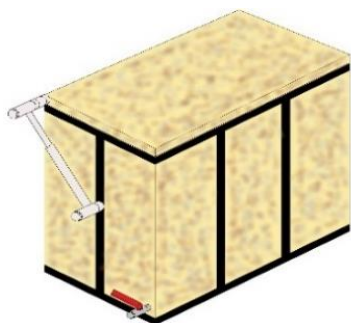
**Tabla 10**

*Modelo de propuesta para los contenedores a base de Tetra Pak*

Producto	Tipo de Material	Capacidad (L)	Dimensiones	Cantidad de materia prima a utilizar
Contenedor con tapa desplazable por pistón hidráulico	Tetra Pak	660	122 cm alto x 78 cm ancho x 137 cm largo	40 kg
		1100	130 cm alto x 112 cm ancho x 137 cm largo	70 kg

**Figura 12**

*Modelo de propuesta para el contenedor a base de Tetra Pak*



**Tabla 11**

*Costos de fabricación según el modelo de contenedor a base de Tetra Pak*

Descripción de los Costos de Operación	Valor (S/.)
Materiales para la fabricación de planchas a base de Tetra Pak (dimensiones 45 cm x 30 cm x 5 mm espesor)	S/ 56.90
Materiales para el armado del contenedor a base de Tetra Pak	S/ 403.64
Personal técnico soldador	S/ 150.00
Alquiler de equipo de medición	S/ 200.00
Energía eléctrica	S/ 200.00
Agua potable	S/ 7.00
Alquiler de local	S/ 200.00
Materia prima (Tetra Pak)	S/ 0.00
<b>Total</b>	<b>S/ 1,217.54</b>

Asimismo, se muestra una comparación entre el precio de los contenedores de plástico y metal que se comercializan actualmente, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 12**

*Comparación de precios de contenedores de residuos sólidos comerciales de plástico y metal*

Proveedor(es)	Descripción del Producto	Tipo de Material	Capacidad (L)	Dimensiones	P. Unit. incluido IGV 18% (S/.)	Tiempo de Fabricación
CORPORACION CHAMLUCI S.A.C.	Contenedor fabricado en polietileno virgen de alta densidad con 04 ruedas de caucho	Plástico	660	122 cm alto x 78 cm ancho x 137 cm largo	S/. 1,190.00	2 semanas
			1100	130 cm alto x 112 cm ancho x 137 cm largo	S/. 1,500.00	
ACEROS & DISEÑOS S.A.C.	Contenedor fabricado con acero inoxidable AISI 304 con 04 ruedas de caucho	Metálico	660	120 cm alto x 65 cm ancho x 110 cm largo	S/. 2,419.00	4 semanas
			1100	132 cm alto x 80 cm ancho x 120 cm largo	S/. 2,702.20	

Tomando en cuenta el valor y tiempo de fabricación de los contenedores de plástico y metal en comparación con el contenedor a base de Tetra Pak se puede observar que con una inversión similar se fabricarían entre 2 a 4 contenedores con el tiempo de fabricación de 15 días dependiendo de la capacidad de volumen a necesitar con el modelo propuesto.

### **3.4. Determinar la viabilidad ambiental del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra**

Para el diagnóstico de la viabilidad ambiental del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, según el INEI (2018) durante el periodo intercensal 2007-2017 se observó que el distrito de Puente Piedra representó el 3.9 % de la población del área urbana de la provincia de Lima según la Tabla 13, el cual mediante un estudio de caracterización de residuos sólidos en el distrito de Puente Piedra realizado por la gerencia ambiental de dicho distrito, se pudo observar en la Tabla 14 y Figura 13, que las fuentes con mayor generación de residuos sólidos del tipo Tetra Pak se encuentran en el barrido de calles y limpieza de espacios públicos con 7.23 kg/semana, instituciones educativas con 6.76 kg/semana, restaurantes con 0.87 kg/semana y en mercados con 0.46 kg/semana de los cuales el 20 % se procesa en la planta de reciclado, lo que indica que el 80 % de este material se desecha en vertederos, lo que termina produciendo contaminación por la poca degradabilidad de sus componentes como el plástico y el aluminio.

El envase de Tetra Pak es 100 % reciclable por lo que al ser transformado en planchas y ser utilizadas en la fabricación de contenedores, se estaría dejando de generar una cantidad considerable de residuos sólidos que pueden causar contaminación. A lo anterior se puede sumar el hecho de que se producen 229.23 kg/semana de papel, 181.95 kg/semana de cartón y 176.22 kg/semana de plástico, los cuales son componentes que se pueden agregar en cierta cantidad a la producción de las planchas a base de Tetra Pak y con lo que también se estaría reduciendo la cantidad de residuos sólidos llevados a los vertederos. Respecto al impacto ambiental de los

contenedores a base de Tetra Pak, estos son resistentes a las condiciones ambientales, presentan un bajo porcentaje de absorción de agua y no generan sustancias tóxicas, por lo tanto, su uso y durabilidad son considerados eco amigables.

De igual manera se puede decir que en cuanto a la presentación visual, las planchas a base de Tetra Pak son agradables a la vista por su acabado, por lo que los contenedores fabricados con esta materia prima tendrán un impacto positivo en el paisaje urbano, así como también, al no degradarse ni oxidarse, mantienen su apariencia por más tiempo. La fabricación de los contenedores con planchas a base de Tetra Pak no solo reducirá la cantidad de residuos no aprovechables, sino que al adquirir contenedores de menor costo se pueden instalar una mayor cantidad de ellos en la zona de estudio, lo que permitirá una mayor facilidad para el almacenamiento temporal contribuyendo así en la mejora de la gestión de recolección y disposición final de residuos sólidos, favoreciendo las condiciones ambientales de la zona.

### **Tabla 13**

*Población total censada en el distrito de Puente Piedra del año 2007 y 2017*

<b>Distrito</b>	<b>Año</b>	<b>Población total censada</b>
Puente Piedra	2007	233 602
	2017	329 675

*Nota.* Censos Nacionales de Población 2007 y 2017. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

**Tabla 14**

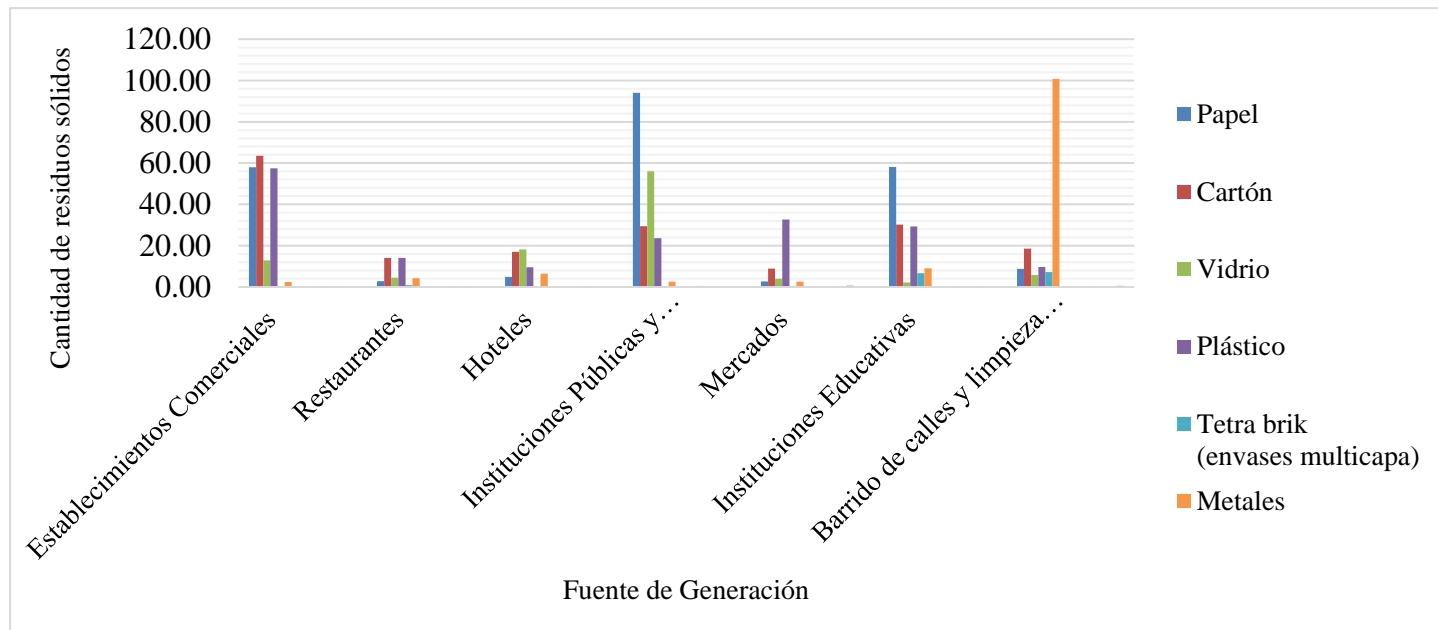
*Generación de residuos sólidos en el distrito de Puente Piedra*

Tipo de Residuo	Fuente de Generación													
	Establecimientos Comerciales		Restaurantes		Hoteles		Instituciones Públicas y Privadas		Mercados		Instituciones Educativas		Barrido de calles y limpieza de espacios públicos	
	kg/semana	%	kg/semana	%	kg/semana	%	kg/semana	%	kg/semana	%	kg/semana	%	kg/semana	%
Papel	57.94	30%	2.78	7%	4.96	9%	94	46%	2.69	5%	58.14	43%	8.72	6%
Cartón	63.48	33%	14.08	35%	17.11	30%	29.5	14%	8.96	17%	30.26	22%	18.56	12%
Vidrio	12.88	7%	4.48	11%	18.26	32%	56.07	27%	4.02	8%	2.23	2%	5.8	4%
Plástico	57.41	30%	14.03	35%	9.6	17%	23.65	11%	32.62	64%	29.28	22%	9.63	6%
Tetra brik (envases multicapa)	0.0	0%	0.87	2%	0.0	0%	0.0	0%	0.46	1%	6.76	5%	7.23	5%
Metales	2.46	1%	4.22	10%	6.43	11%	2.63	1%	2.62	5%	9.08	7%	100.69	67%
<b>Total</b>	<b>194.17</b>	<b>100%</b>	<b>40.46</b>	<b>100%</b>	<b>56.36</b>	<b>100%</b>	<b>205.85</b>	<b>100%</b>	<b>51.37</b>	<b>100%</b>	<b>135.75</b>	<b>100%</b>	<b>150.63</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Puente Piedra 2019. Fuente: Municipalidad de Puente Piedra

**Figura 13**

*Fuente de generación de residuos sólidos en el distrito de Puente Piedra*



### **3.5. Propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra**

La presentación de la propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra se detalla en la siguiente Tabla 15:



**Tabla 15**

*Propuesta modelo de uso de Tetra Pak*

Propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, 2023

Alcance	La presente propuesta tiene como alcance los procesos aplicados para la implementación del residuo sólido conocidos como Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra contemplando desde la recolección, fabricación e implementación en la zona de estudio.
Normas aplicables	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley N° 27314: Ley General de residuos sólidos - Artículo 10: Rol de las municipalidades</li> <li>- Decreto Legislativo N° 1278: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos</li> <li>- NTP 900.058.2019: Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos</li> <li>- NTP E.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones-Madera</li> <li>- NTC 2261 Tableros de partículas aglomeradas</li> </ul>
Objetivos	General Proponer la metodología de trabajo para el uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra.
	Específico Determinar el proceso de fabricación de la prensa calorífica para la producción de planchas a base de Tetra Pak.
	Determinar el proceso de recolección de materia prima para la producción de planchas a base de Tetra Pak. Determinar el proceso de construcción de contenedores municipales mediante el uso de planchas a base de Tetra Pak.
Localización	La propuesta a ejecutar estará localizada en los 9 sectores poblaciones del distrito de Puente Piedra, provincia de Lima, departamento de Lima, Perú.
Personal responsable	La ejecución de la propuesta estará a cargo de los coordinadores de proyectos asumidos por el Bachiller Edson Caceres Valenzuela y la Bachiller Liseth Yarin Aspajo, quienes dirigirán cada proceso y paso indicado en el presente documento asumiendo las responsabilidades de ejecución, cumplimiento de estándares y evaluación de resultados. A su vez, se contará con personal conformado por voluntarios ambientalistas convocados a través de las redes sociales que apoyarán en la gestión administrativa y operativa durante la ejecución de la propuesta.

	Lavado de envases Tetra Pak	Los envases de Tetra Pak recolectados fueron utilizados para el almacenamiento de distintos tipos de productos es por ello que al desecharlos estos aún mantienen restos de estos productos es por ello que se procederán a lavar con una solución de agua y detergente para la eliminación de todo tipo de contaminante que altere la calidad del producto final.
	Corte de envases Tetra Pak	Se procederá con el corte manual de los envases Tetra Pak haciendo uso de tijeras teniendo como producto final un cuadrado de dimensiones 1 cm x 1 cm los cuales serán almacenados en tinas de plástico para evitar su pérdida.
	Molde de Tetra Pak cortado	El producto obtenido del proceso de corte será colocado de forma manual en empaques plásticos (bolsas) las cuales le darán la forma rectangular deseado, tratando de colocar como mínimo 1 kg de residuos de Tetra Pak para obtener un producto con un espesor de 5 mm.
Datos técnicos de la fabricación de planchas a base de Tetra Pak	Pesado del molde de Tetra Pak triturado	Para asegurar el espesor deseado de la plancha a base de Tetra Pak que sea óptimo para los contenedores municipales se medirá el peso del molde haciendo uso de una balanza digital asegurando que contenga como mínimo un 1 kilo de este tipo de residuo.
	Prensado en caliente	El molde con residuos triturados de Tetra Pak será colocado en las planchas metálicas que asegurarán la forma rectangular deseado ubicadas en la prensa calorífica procediendo a encender la máquina ejerciendo la presión y fuente de calor necesaria para la fabricación de la plancha deseada.
	Enfriamiento	Una vez pasado el tiempo de operación de la prensa calorífica (2 horas) se procede a retirar las planchas metálicas de la máquina, las cuales aún mantienen una alta temperatura por lo cual se realizará el traslado de estas planchas metálicas con el molde de plancha de Tetra Pak aun dentro a una zona despejada para su enfriamiento a una temperatura ambiente facilitando su retiro de la plancha.
	Corte de Placas	Al obtener la plancha de Tetra Pak resultante del proceso de enfriamiento, se realizará el corte de esta plancha haciendo uso de un esmeril angular, en las medidas del modelo de contenedor municipal propuesto el cual cuenta con medidas específicas tanto de largo, ancho y alto.
Suministro de materiales	Propia	Los autores de la presente propuesta serían los financiadores de la implementación del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, 2023 con la finalidad de continuar con la línea de investigación.
	Instituciones privadas	En el distrito de Puente Piedra se encuentran empresas privadas que presentan políticas de medio ambiente que describen el compromiso de los miembros de la Alta Dirección en la prevención y cuidado del medio ambiente para los cuales han realizado

actividades y campañas que apoyan esta iniciativa desde campañas internas hasta donaciones como lo viene realizando la empresa KIMBERLY CLARK.

Municipalidad de Puente Piedra de La Municipalidad de Puente Piedra a través de su Gerencia de Gestión Ambiental vienen fomentando una cultura ambiental en los distintos sectores poblaciones del distrito a través de campañas y eventos lo cuales son financiados por la misma entidad pública y además apoyan las propuestas de interés ambiental viables que estén dirigidas a la conservación del medio ambiente.

Parámetros de diseño de Las planchas de Tetra Pak deben cumplir con el estándar de calidad para su uso como una alternativa ecológica para aplicaciones interiores no estructurales.

En la ejecución de la propuesta presentada se describen los equipos y materiales para los procesos del plan de trabajo, los cuales involucran los siguientes:

- **Fabricación de prensa calorífica:**

Movilización de equipos, materiales e insumos

Fierro galvanizado tipo ángulo de 1 ½ x 1/8

Fierro galvanizado tipo cuadrado de 1 ½ x 2 mm

Perno de 5/8 x 5”

Plancha de acero galvanizado de 67 cm x 38.5 cm x 10 mm

Resorte de tensión de 3”

Descripción de equipos y materiales de Cables eléctricos color celeste y negro #12 AWG

Terminales eléctricos #12 AWG

Interruptor termo magnético de 40A

Resistencias eléctricas de 32A

Plan de Gata hidráulica tipo botella de 2 Tn

Electrodos modelo 6011

Wincha métrica

Taladro percutor

Esmeril angular

Máquina de soldar

Electrodos de soldadura 6011

Alicates universal, punta y corte

Desarmadores punta y estrella

EPPs

- **Recolección de envases de Tetra Pak:**

Movilización de personal y materiales

Contenedores metálicos enmallados 660 L

Toldo plegable

Mesas plegables

Sillas plásticas

Parlante musical

Micrófono

Laptop

Celular con cámara fotográfica

Tableros de madera

Gigantografías

Productos a base de Tetra Pak

Chalecos color verde

- **Fabricación de planchas a base de Tetra Pak:**

Prensa calorífica fabricada

Envases de Tetra Pak

Tinas de plástico

Detergentes

Envolturas plásticas

Marcador indeleble

Planchas metálicas de 60 cm x 48 cm x 1 cm

Pirómetro

Esmeril angular

Celular con cámara fotográfica

Espátula metálica

Tijeras

EPPs

- **Fabricación de contenedores municipales:**
  - Fierro ángulo de 1 ½ x 1/8
  - Wincha métrica
  - Taladro percutor
  - Esmeril angular
  - Máquina de soldar
  - Electrodos de soldadura 6011
  - Alicates universal, punta y corte
  - Desarmadores punta y estrella
  - EPPs
- **Instalación de contenedores municipales a base de Tetra Pak:**
  - Movilización de personal y contenedores

La recolección de envases de Tetra Pak se realizará mediante campañas de sensibilización ambiental dirigida a puntos estratégicos del distrito donde se ha observado el uso de envases Tetra Pak por lo cual se han considerado los siguientes:

Identificación de puntos de recolección

- Colegios: se realizará la campaña dirigida a estudiantes y docentes de los centros educativos privados y estatales del distrito donde se realizarán charlas específicas con temas “Una buena conciencia ambiental”, “Las 3R: Reciclar, Reutilizar y Reducir”, “Importancia del reciclaje” y “Yo cuido mi planeta”; además, se instalará contenedor metálico enmallado del tipo juego como un punto de acopio temporal para que los participantes puedan depositar sus envases de Tetra Pak.
- Mercados: Se realizará las coordinaciones con los representantes de los mercados que compartan el ideal del cuidado del medio ambiente para la autorización de instalación de un contenedor metálico enmallado del tipo juego como un punto de acopio temporal para que los comerciantes, en especial los dueños de jugueterías, y clientes puedan depositar sus envases de Tetra Pak; además de la instalación de un puesto comercial en un área designada de mayor afluencia donde se hará el perifoneo del contenedor y se les brindará charlas sobre la “Importancia de reciclar nuestros residuos sólidos” mostrando ejemplos que productos a base de Tetra Pak como porta vasos, tachos, mesas, entre otros.
- Locales de chatarrería: Se realizará las coordinaciones con los dueños de locales que se dediquen a la recolección y venta de chatarra que diariamente reciben distintos tipos de residuos entre ellos los envases Tetra Pak, que compartan el ideal del cuidado del medio ambiente para la autorización de instalación de un contenedor metálico enmallado del tipo juego como un punto de acopio temporal para el almacenamiento de los envases Tetra Pak en un área designada que no impida

la ejecución de sus actividades comerciales, debido a que este material no presenta un valor monetario ni en la compra ni en la venta.

Se procederá con la fabricación del marco metálico del contenedor considerando las siguientes medidas:

1. Capacidad 660 litros  
Dimensiones: 122 cm x 78 cm x 137 cm
2. Capacidad 1100 litros  
Dimensiones: 130 cm x 112 cm x 137 cm

Fabricación de los  
contenedores  
municipales

A continuación, se instalarán las planchas a base de Tetra Pak de medidas 45 cm x 30 cm que servirán como paneles tener como resultado un contenedor cerrado por los lados superiores, inferiores, derecha e izquierda.

Se realizará una inspección visual del contenedor fabricado por los técnicos operarios asignados para identificar fugas y/o daños para su pronta reparación de ser necesario.

Plan de  
Trabajo

Se procederá con la instalación de los contenedores municipales a base de Tetra Pak en puntos estratégicos esparcidos por los diferentes sectores del distrito de Puente Piedra que presenten mayor afluencia de tránsito peatonal para brindarle una opción de almacenamiento temporal de residuos a los pobladores y visitantes de dicha zona incentivando el cuidado del medio ambiente, el reaprovechamiento de los recursos naturales y el reciclaje de residuos sólidos con la finalidad de concientizar y fortalecer la cultura ambiental de las habitantes.

Instalación  
de  
contenedores

La instalación de los contenedores a base de Tetra Pak constará identificar un área que no afecte el tránsito de las personas para que el contenedor no sea considerado como obstáculo.

Una vez realizado la identificación, el personal asignado a la actividad procederá a trasladar el contenedor de Tetra Pak desde la movilidad al área designada, debido al uso de Tetra Pak como materia prima la cual no presenta un valor monetario para los trabajadores que se dedican a la chatarrería no se colocaría un seguro como cadena o soldadura eléctrica sino solamente el posicionamiento en el área seleccionada.

Se le instalará un mensaje a manera de letrero que fomente el cuidado del medio ambiente “Tu planeta no es un lugar para visitar es tu hogar, haz la diferencia y cuídalo”.

Informe final

Al finalizar con los procesos de recolección, fabricación e instalación, el personal responsable (autores) de la presente propuesta elaborarán un informe documentado que contendrá los siguientes puntos como mínimo:

Elaboración  
del informe  
final

1. Introducción
2. Problemática
3. Objetivos
4. Descripción del trabajo realizado
5. Resultados
6. Conclusiones y recomendaciones
7. Reporte fotográfico
8. Anexos

Este informe deberá ser revisado y aprobado por la jefatura o gerencia de la gestión ambiental del distrito de Puente Piedra procediendo a firmarlo.

Certificados de las instituciones participantes Se solicitará que la Municipalidad de Puente Piedra entregue certificados firmados por los representantes de dicha entidad estatal responsables de la gestión ambiental del distrito a las instituciones educativas, mercados, locales de chatarrería y voluntarios ambientales participantes de los eventos realizados.

Para la ejecución de los procesos involucrados de la propuesta de “Uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, 2023” se considera el siguiente cronograma:

Cronograma  
de ejecución

- Fabricación de prensa calorífica = 4 días
- Recolección de envases Tetra Pak = 30 días
- Fabricación de planchas a base de Tetra Pak = 65 días
- Fabricación de contenedor a base de Tetra Pak = 20 días
- Implementación de contenedor municipal en zonas = 1 día

Se estima que la propuesta presentada será ejecutada en un plazo total de 120 días hábiles.

Presupuesto

Para la ejecución de los procesos involucrados de la propuesta de “Uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, 2023” se considera un presupuesto de S/. 33 874.86 (ver ANEXO N° 13).

Resultados  
esperados

- Determinar que la propuesta presentada sea viable desde los aspectos social, económico y ambiental, demostrándole ello a los representantes del área de Gerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad de Puente Piedra para que puedan considerar la fabricación de contenedores municipales a base de Tetra Pak fomentando la correcta gestión de recolección, manejo y reciclaje de los residuos sólidos generados en el distrito.

Asegurar los parámetros técnicos necesarios para el uso de planchas de Tetra Pak como tablero de partículas aglomeradas en la fabricación de los contenedores municipales del distrito de Puente Piedra asegurando un producto que cumpla con los estándares y normativas y teniendo en cuenta la prevención de la contaminación y/o alteración de la calidad del suelo, aire y agua (subterráneas) que provoquen daños en la salud y bienestar para la salud humana: así mismo, fomentar un cultura ambiental sobre el cuidado de los recursos naturales adecuado en los pobladores del distrito de Puente Piedra.

- Definir los puntos de instalación de los contenedores a base de Tetra Pak considerando la necesidad de la población, las cuales no tienen acceso a un contenedor para el almacenamiento temporal de sus residuos sólidos generados por sus actividades rutinarias y no rutinarias hasta su recojo y próxima disposición final por la Municipalidad de Puente Piedra.
  - Lograr determinar el diseño y/o modelo de contenedor municipal a base de Tetra Pak con dimensiones específicas basadas en la necesidad de la población del distrito de Puente Piedra para el almacenamiento provisión de sus residuos sólidos y próximo transporte para su disposición final.
-



## **CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **4.1. Discusiones**

Respecto al objetivo general se tiene la elaboración de la propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, en base a la propuesta planteada pudimos detallar la valorización de recursos priorizando su aprovechamiento y utilización del residuo sólido Tetra Pak como materia prima evitando así su disposición final, la educación ambiental en la participación ciudadana base para una buena gestión ambiental y las buenas prácticas ambientales durante la ejecución de la propuesta cumpliendo con las normas ambientales, el resultado que se obtuvo tiene como base el análisis del área que se estudió resultando ser óptimo para poder implementar los contenedores a base de Tetra Pak y viable en el tiempo planteado con una inversión total estimada de S/. 33 874.86. Estos resultados fueron comparados con la investigación de Leal & Méndez (2020) quienes propusieron mediante un estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de casas de tectán para perros a partir del reciclaje de envases Tetra Pak quien en su investigación concluyen que debido a las propiedades físicas y químicas de las casas de tectán, demuestra ser una alternativa competitiva y amigable con el medio ambiente ofreciendo claras ventajas frente a la competencia en el mercado, determinando que el proyecto es viable de la perspectiva de mercado con una inversión total estimada de S/ 1 920 105.75, es por ello que existe una similitud con nuestra investigación ya que se propone buscar una mejora en el manejo de residuos sólidos reduciendo la contaminación y fomentar una cultura de reciclaje.

Teniendo como primer objetivo específico evaluar los parámetros físico-químicos del Tetra Pak para la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, donde se observaron que los siguientes parámetros de las placas analizadas cumplen con la Norma Técnica Colombiana NTC 2261 Madera. Tableros de partículas aglomeradas para aplicaciones interiores no estructurales fueron la densidad con  $811.40 \text{ kg/m}^3$ , módulo de rotura con  $17.90 \text{ N/mm}^2$ , estabilidad dimensional frente a cambios de humedad con  $6.5 \%$ , resistencia química muy bueno ya que al someterse a sustancias químicas como el detergente, lejía y HCl tuvieron un desgaste del  $20 \%$ ,  $16.7 \%$  y  $14.3 \%$  respectivamente y absorción de agua a 24 horas con  $0.86 \%$ , estos resultados fueron comparados con Castañeda et al. (2022) donde mencionan que sus resultados cumplen mediante la norma NTE INEN 1320:2014 del parámetro de densidad con  $1457.77 \text{ kg/m}^3$  y contenido de humedad con  $2.69 \%$ . Sin embargo, no fue posible comparar los resultados en cuanto al módulo de rotura, resistencia química y absorción de agua a 24 horas debido a la falta de estos parámetros en la norma. En comparación con nuestros resultados podemos indicar que hubo similitud debido a que se analizaron los mismos parámetros descritos líneas arriba.

Respecto al segundo objetivo específico se tiene la determinación de la viabilidad social del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, en base a los datos obtenidos mediante la encuesta aplicada a 120 pobladores de la zona de estudio tomando en cuenta el manejo de residuos sólidos domiciliarios y uso de Tetra Pak, resulta ser viable y aceptable para los pobladores ya que el  $74 \%$  consideran que es importante reciclar los residuos sólidos, el  $68 \%$  apoyaría en una campaña de reciclaje de envases de Tetra Pak y el  $73 \%$  de los pobladores estaría de acuerdo con el uso de contenedores a base de Tetra Pak en su localidad, así mismo en la propuesta para Flores (2020)

referente al proyecto de investigación “prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico (PET) reciclados para el área de la construcción” donde aplicó una encuesta a 384 pobladores en la ciudad de Guayaquil resultando ser viable su aplicación, dado que el 58 % de los encuestados está de acuerdo en usar o sugerir una cubierta a base de materiales reciclados, el 60 % está totalmente de acuerdo en incluir el reciclaje para reducir la aglomeración de estos residuos sólidos, el 62 % está totalmente de acuerdo que una cubierta hecha con material reciclado sería una buena opción para disminuir la contaminación dándole un buen uso a estos residuos y el 58 % de los encuestados está de acuerdo en usar o sugerir una cubierta a base de materiales reciclados, con estos resultados se evidencian similitudes con nuestra investigación ya que se busca lograr conciencia ambiental y una adecuada gestión en el manejo de los residuos sólidos.

Respecto al tercer objetivo específico se tiene la determinación de la viabilidad económica del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, resultando ser viable mediante la comparación de costos y tiempo de fabricación de los contenedores comerciales de plástico y metal según el modelo propuesto se puede obtener de 2 a 4 contenedores en 15 días dependiendo de la capacidad y/o volumen a fabricarse con un costo total de S/ 1 217.54, así mismo en la propuesta de Herrera & Cerron (2022) en la investigación titulada “estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de cascos para vehículos de micromovilidad a base de polialuminio” donde menciona que la capacidad instalada en el proceso productivo es de 29 550 unidades, lo que cubre mejor las necesidades específicas del proyecto, mediante la evaluación de micro y macro localización el distrito de Callao es la alternativa más aceptable para la ubicación de la planta. A pesar de que el COK calculado muestra cierto nivel de elevación, se concluye que el proyecto de

implementar una planta productora de cascos para vehículos de micromovilidad utilizando polialuminio es económicamente y financieramente viable en todos los escenarios contemplados (pesimista, neutro y optimista), de igual manera existe una similitud con los resultados de nuestra investigación debido a que se busca reciclar y reutilizar los residuos sólidos generados en su gran mayoría y disminuir su disposición final que podrían terminar en vertederos.

Respecto al cuarto objetivo específico se tiene la determinación de la viabilidad ambiental del uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, conforme a los resultados obtenidos de las fuentes con mayor generación de residuos sólidos del tipo Tetra Pak se encuentran en el barrido de calles y limpieza de espacios públicos con 7.23 kg/semana, instituciones educativas con 6.76 kg/semana, restaurantes con 0.87 kg/semana y en mercados con 0.46 kg/semana, sumando un total de 15.32 kg/semana del residuo sólido tipo Tetra Pak generado, el cual son 100 % reciclables por lo que al convertirlos en planchas y utilizarlos para la fabricación de contenedores se reduciría la generación de grandes volúmenes de residuos sólidos que pueden generar contaminación resultando ser viable para la presente investigación. Estos resultados fueron comparados con la investigación de Navarrete (2021) en su investigación “análisis de factibilidad para el acopio de envases Tetrapak en el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos de la Municipalidad provincial de Huamanga” donde menciona en sus resultados las proyecciones de los residuos de envases Tetrapak generados mensualmente en el distrito de Ayacucho en el año 2019 (9.70 Tn), 2020 (9.99 Tn) y para el 2021 proyectando una generación mensual de 9.70 Tn, siendo viable el estudio dado que se realizaría la creación de 34 planchas de Tectán con las dimensiones  $1.22 \times 2.44 \times 0.018 \text{ m} = 0.054 \text{ m}^3$  con los residuos reciclados lográndose una

efectividad al 50 % con 1.8 Tn mensuales, es por ello que existe una similitud con nuestra investigación ya que se propone la utilidad de los mismos para la conservación del medio ambiente.

#### **4.2. Limitaciones**

Durante la ejecución del presente proyecto de investigación se presentaron limitaciones donde destacamos la dificultad de obtener acceso a la información del área de Gerencia Ambiental – Sub Gerencia de Limpieza Pública sobre los procesos de la gestión integral de residuos sólidos que involucran la recolección, almacenamiento, transporte y disposición final de estos en los últimos años, donde a pesar de realizar el trámite correspondiente en las instalaciones de la Municipalidad de Puente Piedra mediante el Formato de Solicitud y coordinación directa con los representantes del área de Gestión Ambiental se nos brindó en un plazo de 30 días hábiles una información desactualizada la cual no tenía concordancia con los documentos de acceso público de la página web de dicha municipalidad. Seguidamente, hacemos énfasis en el limitado presupuesto para afrontar los costos destinados a la fabricación de la prensa calorífica, elaboración de la plancha a base de Tetra Pak y el análisis de las cinco (05) placas fabricadas con el laboratorio seleccionado, por lo que nos vimos obligados a seleccionar una cantidad limitada de parámetros las cuales consideramos de mayor importancia en la presente investigación debido al uso que se les dará a las planchas a base de Tetra Pak como la densidad, módulo de rotura, absorción de agua a 24 horas, estabilidad dimensional frente a cambios de humedad y resistencia química, siendo deseable para los autores de la presente investigación poder realizar una mayor cantidad de análisis con la finalidad de presentar un estudio más detallado que pudiera indicar el valor de los 13 parámetros que las empresas productoras de planchas de Tetra Pak analizan para la venta de este material con fines constructivos. Simultáneamente, durante el proceso de fabricación de la plancha

de Tetra Pak se tuvo dificultades en la recolección de envases debido a que este tipo de residuo no era de valor comercial para los puestos de chatarrería negándose a comprarles este residuo a los recolectores que se los entregaban y de igual forma la población prefería consumir productos contenidos en envases plásticos debido a que presentan un costo accesible a su actual economía, limitando así la cantidad de envases de Tetra Pak recolectados ocasionando la necesidad de un mayor número de días para su recolección de los diferentes sectores del distrito de Puente Piedra. Finalmente, la limitación de no contar con una normativa peruana específica para tableros de partículas aglomeradas donde se consideren los parámetros con los que debe contar, así como la descripción de procesos para análisis y por último los valores mínimos y máximos que deben presentar para ser considerados como un producto de baja, media o alta calidad y debido a la falta de esta norma específica tuvimos demora en la cotización, tiempo de análisis y entrega de resultados de los parámetros seleccionados con laboratorios dedicados al rubro de la construcción; además, de aumentar el costo del servicio.

### **4.3. Implicancias**

De acuerdo con el trabajo realizado durante la ejecución del presente proyecto de investigación indicamos el libre acceso a los distintos sectores del distrito de Puente Piedra considerada como el área de estudio y la participación voluntaria por parte de los pobladores en brindarnos sus opiniones a través del llenado de la encuesta que nos proporcionó los datos del nivel de aceptación de dichos pobladores en el uso de Tetra Pak para la fabricación de contenedores municipales. Seguidamente, se cuenta con un área de estudio el cual presenta la problemática a resolver mediante la aplicación del producto investigado, así como estar cerca a las autoridades públicas encargadas de la gestión ambiental del distrito que permitió realizar el seguimiento a la

solicitud de información. Finalmente, se contó con el apoyo de personal calificado de las especialidades de electricidad, soldadura e instrumentación que brindó y reforzó los conocimientos técnicos y de ingeniería para mejorar el diseño de la prensa calorífica y optimizar la elaboración de la plancha de Tetra Pak.

#### **4.4. Conclusiones**

La propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, propone la disponibilidad y accesibilidad de los materiales necesarios como el Tetra Pak que es ampliamente utilizado en la industria del envasado de alimentos y bebidas, lo que significa que existe una infraestructura establecida para la recolección y reciclaje de estos materiales. Esto facilita la implementación y gestión del sistema de fabricación y reciclaje de contenedores municipales basados en Tetra Pak, por lo que se concluye que la fabricación del contenedor ecológico propuesto ofrece beneficios ambientales significativos, como también su durabilidad y almacenamiento de todo tipo de residuos sólidos. Esta iniciativa reduciría el impacto ambiental provocado por la deficiente gestión de residuos sólidos, creando así una conciencia ecológica en la comunidad.

Se concluye que respecto a los parámetros físico-químico de las placas de Tetra Pak comparado con la norma NTC 2261 fueron la densidad con  $811.40 \text{ kg/m}^3$ , módulo de rotura con  $17.90 \text{ N/mm}^2$ , estabilidad dimensional frente a cambios de humedad con  $6.5 \%$ , resistencia química muy bueno ya que, al someterse a sustancias químicas como el detergente, lejía y HCl con un desgaste del  $20 \%$ ,  $16.7 \%$  y  $14.3 \%$  respectivamente y absorción de agua a 24 horas con  $0.86 \%$ , por lo que se puede concluir que los parámetros descritos cumplen con los valores establecidos en la norma técnica para tableros de partículas aglomeradas verificando que su estructura permite su

eficiente uso en aplicaciones interiores no estructurales como la fabricación de contenedores.

La determinación de la viabilidad social mediante la encuesta realizada a los pobladores de los nueve (09) puntos de muestreo seleccionadas en el distrito de Puente Piedra donde se obtuvo que el 73% de los encuestados estuvieron de acuerdo en utilizar contenedores fabricados con este tipo de material reciclado, por lo que se concluye que esta propuesta cuenta con el respaldo de la comunidad del distrito de Puente Piedra, por lo que la aceptación social, los beneficios tangibles y la infraestructura existente respaldan así la propuesta de implementación sostenible del uso de Tetra Pak, lo que contribuirá positivamente en la disminución de impactos ambientales generados por la inadecuada gestión de residuos sólidos, promoviendo las buenas prácticas ambientales en el distrito.

La determinación de la viabilidad económica se obtuvo a través de la recopilación de los costos operativos para la fabricación de contenedores municipales a base de Tetra Pak con un monto de S/. 1 217.54 para fabricar de 2 a 4 contenedores en un tiempo de ejecución de 15 días dependiendo de la capacidad y/o volumen del modelo de contenedor propuesto, por lo que se concluye que esta propuesta es favorable desde el punto de vista económico. Los ahorros en costos de adquisición y reemplazo, junto con los beneficios asociados a la economía circular y el desarrollo económico local, respaldan la viabilidad económica de esta alternativa sostenible, es por ello que su implementación estaría generando beneficios económicos adicionales para el distrito de Puente Piedra así mismo esto brindaría una mejor imagen distrital, lo que puede atraer el turismo e incrementar el desarrollo económico local.



Finalmente, la determinación de la viabilidad ambiental realizada mediante el análisis de la cantidad de residuos sólidos generados como parte del estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Puente Piedra, se identificó la generación total de 15.32 kg/semana de residuos de Tetra Pak en donde el 20% se procesaba, lo que indica que el 80% de este material se desecha en vertederos –siendo este último porcentaje el que se reutilizaría en beneficio a los pobladores, por lo que esta propuesta es altamente favorable desde el punto de vista ambiental. Los contenedores fabricados con Tetra Pak son visibles y pueden generar conciencia ambiental entre los ciudadanos, promoviendo la correcta segregación de residuos sólidos, el reciclaje y una actitud responsable hacia el medio ambiente, por lo que se concluye que la reducción de plásticos convencionales, la capacidad de reciclaje, la durabilidad de los contenedores y la promoción de prácticas sostenibles respaldan la viabilidad ambiental y contribuyen a la conservación del medio ambiente.

## REFERENCIAS

Albaracin Cabrera, P., & Hurtado Rivera, L. (2020). *Caracterización mecánica y modelamiento del material compuesto entre polialuminio tetra pak® reciclado, polipropileno y polietileno tereftalato reciclado*. Sangolquí. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Mecánica. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/21907>

Alvarez Soto, L. (2018). *Implementación de un sistema de gestión ambiental y selección tecnológica para el residuo de envases de Tetrapack*. Tesis de Posgrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ed2bfffac-45d3-4dcc-9958-22b685e09694/content>

Apolo Maruri, A. J., & Cuellar Cortés, J. S. (2019). *Análisis entre paneles tradicionales y panel de Tetra Pak reciclado utilizado en la construcción para viviendas de sectores de bajos recursos*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte, Guayaquil. Guayaquil: ULVR, 2019. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3435/1/T-ULVR-3015.pdf>

Barrera Valle, E. B. (2017). *Destino final de los contenedores de carga marítima*. Proyecto de investigación, Institución Universitaria Tecnológico de Antioquia, Medellín. Obtenido de <https://dspace.tdea.edu.co/bitstream/handle/tda/263/Proyecto%20Erica%20Biviana%20Barrera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bernal Paredes, M., & Palacio Jiménez, N. (2018). *Correlación entre las propiedades mecánicas de los bloques ecológicos fabricados con los componentes del Tetra pak reciclado y bloques convencionales*. Universidad Central del Ecuador, Ecuador. Quito: UCE. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14877>

Bouby Herrera , P. N. (2021). *Comportamiento sísmico de los muros estructurales a base de Tetrapak reciclado (polialuminio) para edificaciones de 4 pisos, Lima - Puente Piedra, 2021*. Universidad Privada del Norte, Lima. Repositorio Institucional - UPN. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30262/Bouby%20Herrera%2c%20Patrick%20Nestor.pdf?sequence=1>

Bujaico Matamoros, M., & Cantera Sarmiento, F. (2018). *Gestion de mantenimiento basado en la confiabilidad para incrementar los KPI de linea de envasado Tetra Pak de Arcacontinental-Lindley planta Zarate 2018*. Universidad César Vallejo, Trujillo. Repositorio UCV. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36899/bujaico\\_mm.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36899/bujaico_mm.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Canepa Becerril, M. (2017). *Impacto ambiental de envases multicapa*. Tesis de Titulación, Universidad Nacional Autónoma de México, México. Obtenido de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/13013>

Cárdenas Jarava, J. (2021). *Modelo estratégico para la inclusión del Tetra Pak*. Universidad Antonio Nariño, Colombia. Repositorio UAN. Obtenido de [http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/6300/3/2022\\_JavierIgnacioC%c3%a1rdenasJarava.pdf](http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/6300/3/2022_JavierIgnacioC%c3%a1rdenasJarava.pdf)

Castañeda Onofre, F., Ortega Robles, J., & Areche García, J. (2022). Uso de tetra pack como elemento constructivo de cubiertas para techos de viviendas. *Open Journal Systems*, 7(7). doi:10.23857/pc.v7i6

De la Cruz Medina, F., & Vasquez Oropeza, K. (2020). *Elaboracion de Unidades de Albañileria Eco Amigables con Envases Multicapas y Poliestireno Expandido para Muros no Portantes y Losas Aligeradas*. Universidad Peruana Los Andes, Huancayo. Repositorio Institucional. Obtenido de [https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3382/T037\\_70060760\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3382/T037_70060760_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Domínguez Lepe, J., & Guemez Pacheco, D. (2010). Fabricación y evaluación de paneles aplicables a la industria de la construcción a partir del reciclaje de envases multicapa (tetra brik). *Ingeniería*, 14(3), 191-195. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46715742007.pdf>

El Peruano. (2016). *Decreto Legislativo N° 1278 .- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Lima. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/60273>

Fernandez Jara, N. (2020). *Estudio técnico económico para una planta de placas aglomeradas a base de desechos de Tetra Pak con energía fotovoltaica*. Universidad Tecnológica del Peru, Arequipa. Repositorio Institucional. Obtenido de [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3440/Nick%20Fernandez\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3440/Nick%20Fernandez_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Flores Vera, D. (2020). *Prototipo de cubiertas ecológicas en base de tetrabrik y plástico PET reciclados para el área de la construcción*. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador. Guayaquil: ULVR, 2020. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3986/1/T-ULVR-3348.pdf>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (6 ed.). México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Herrera Vizcarra, M. J., & Cerron Romero, P. J. (2022). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de cascos para vehículos de micromovilidad a base de polialuminio*. Universidad de Lima, Lima. Repositorio ULima. Obtenido de [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/17173/T018\\_70434029\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/17173/T018_70434029_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2019). *NTP 900.058-2019. GESTIÓN DE RESIDUOS. Código de Colores para el Almacenamiento de Residuos Sólidos*. Obtenido de MINAM.gob Web site: <https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/norma-tecnica-peruana-de-colores-ntp-900-058-2019/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). *Provincia de Lima Resultados Definitivos*. Lima. Obtenido de <https://censo2017.inei.gob.pe/resultados-definitivos-de-los-censos-nacionales-2017/>

Leal Rodríguez, G. C., & Méndez Capacyachi, E. P. (2020). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de casas de tectán para perros a partir del reciclaje de envases Tetra Pak*. Universidad de Lima, Lima. Repositorio ULima. Obtenido de [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/12057/Leal\\_Rodr%c3%adguez\\_Gabriela\\_Carolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/12057/Leal_Rodr%c3%adguez_Gabriela_Carolina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Macías Gallego, S., Guzmán Aponte, Á., Buitrago Sierra, R., & Santa Marín, J. (2020). Evaluación de propiedades mecánicas de compuestos manufacturados a partir de contenedores de Tetra Pak® reciclados. *Tecnura*, 24(66), 36-46. Obtenido de <https://doi.org/10.14483/22487638.16296>

Martínez López, M., Martínez Barrera, G., Barrera Díaz, C., Ureña Núñez, F., & Brostow, W. (2015). Waste Materials from Tetra Pak Packages a Reinforcement of Polymer Concrete. (C. Vasile, Ed.) *Hindawi Publishing Corporation, 2015*. doi:<https://doi.org/10.1155/2015/763917>

Mass Domínguez, S., & Sarabia De la Rosa, O. (2019). *Elaboración de tectán a partir de envases tipo tetrabrik*. Tesis de Titulación, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, México. Obtenido de <http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2952/MDRPIQ2018025.pdf?sequence=1>

Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana*. Lima. Obtenido de [https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/CenDocBib/con5\\_uibd.nsf/\\$\\$ViewTemplate%20for%20Documentos?OpenForm&Db=BB42DAC0A6E78FB6052584270073E78D&View=yyy](https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/CenDocBib/con5_uibd.nsf/$$ViewTemplate%20for%20Documentos?OpenForm&Db=BB42DAC0A6E78FB6052584270073E78D&View=yyy)

Municipalidad de Puente Piedra. (2019). *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales del distrito de Puente Piedra 2019*. Obtenido de Repositorio: <https://portal.munipuentepiedra.gob.pe/>

Municipalidad Metropolitana de Lima. (2020). *Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos PIGARS 2020 - 2024*. Lima. Obtenido de <https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/927d34ddcb1597e8.pdf>

Navarrete Miranda, F. C. (2021). *Análisis de Factibilidad Para el Acopio de Envases Tetrapak en el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Huamanga*. Universidad César Vallejo, Lima. Repositorio digital institucional UCV. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72628/Navarrete\\_MFC-SD.pdf](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/72628/Navarrete_MFC-SD.pdf)

Norma Técnica Colombiana NTC 2261. (2003). *Madera. Tableros de partículas aglomeradas para aplicaciones interiores no estructurales*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), Bogotá, Colombia. Obtenido de [http://e-normas.icontec.org/icontec\\_enormas\\_co](http://e-normas.icontec.org/icontec_enormas_co)

Olfos, L., Valdes, F., Sarabia, G., & Barros, P. (2020). Thermal Insulating Panels Based on Recycled Tetra-Pak® Packaging Materials. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/503/1/012076/pdf>

Palella Stracuzzi, S., & Martins Pestana, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa* (3 ed.). Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Obtenido de <https://metodologiaecs.wordpress.com/2015/09/06/metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-y-feliberto-martins-pestana-2/>

Plataforma digital única del Estado Peruano. (s.f.). *El Estado Peruano*. Obtenido de Gob.pe Web Site: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/487809-alrededor-de-93-mil-toneladas-de-residuos-solidos-fueron-valorizados-en-el-2020-a-nivel-nacional>

Prieto Sánchez, R. (2020). *Fijación de envases de Tetra Brik y de calamina metálica para el aislamiento térmico en el techo existente de calamina metálica de las viviendas ubicadas en el asentamiento humano Ciudad de Gosen - Sector 15 - del distrito de Villa María del Triunfo 2019*. Universidad Ricardo Palma, Lima. Repositorio institucional - URP. Obtenido de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4015/M\\_ARQ-T030\\_09835282\\_T%20%20%20PRIETO%20S%c3%81NCHEZ%20ROBERTO%20RACHID%20ANTONIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4015/M_ARQ-T030_09835282_T%20%20%20PRIETO%20S%c3%81NCHEZ%20ROBERTO%20RACHID%20ANTONIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Quintero, M., Rodríguez, P., Rubio, J., Jaramillo, L., & Nuñez Moreno, F. (2017). Caracterización de la flexión y compresión de elementos estructurales huecos fabricados con láminas de Tetra Pak®reciclado y cálculo aproximado de la huella de carbono producida en su elaboración. *Revista Ingeniería de Construcción*, 32(3), 131-148. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/ric/v32n3/0718-5073-ric-32-03-00131.pdf>

Reciclario. (10 de 2012). *Una guía para separar los residuos*. Obtenido de <http://reciclario.com.ar/>

Rizaluddin, A., Rostika, I., & Wattimena, R. (2020). Progress of used beverages carton recycling system in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/483/1/012013/pdf>

Turrado, J., Dávalos, M. F., Fuentes, F. J., & Saucedo, A. R. (2012). Envases de Cartón para Líquidos como Fuente de Fibra Secundaria. 23(3). Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v23n3/art08.pdf>



**Anexos**

**ANEXO N° 1**

*Operacionalización de Variables*

**OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS
Independiente:  Tetra Pak	El Tetra Pak es un envase compuesto por láminas de aluminio, cartón y polietileno que mediante su reciclaje permiten la fabricación de un material de partículas aglomeradas cuyas características le permiten ser una alternativa para el reemplazo de ciertos materiales de construcción (Rizaluddin, 2020).	Se determinará el uso del Tetra Pak mediante la recolección de datos en campo utilizando encuestas dirigidas a los habitantes del distrito, costeo de los gastos por la compra de materia prima, fabricación de la prensa calorífica y gastos administrativos como local, corriente eléctrica; además, se analizará la cantidad de residuos reciclados comparados con la cantidad de residuos generados haciendo uso de aplicaciones y software.	Viabilidad Social	Aceptación de los pobladores en la recolección de envases Tetra Pak	Unidad	Encuesta
				Aceptación de los pobladores en la instalación de tachos ecológicos	Unidad	Encuesta
				Aceptación de los pobladores en el uso de tachos ecológicos	Unidad	Encuesta
			Viabilidad Económica	Costo de recolección de residuos sólidos de Tetra Pak	Nuevo Sol	Ficha de recolección de datos
				Costo de fabricación de la prensa calorífica	Nuevo Sol	Ficha de recolección de datos
				Costo de producción de planchas de Tetra Pak	Nuevo Sol	Ficha de recolección de datos
				Cantidad de residuos sólidos de Tetra Pak generados	Kg/día	Tablas de datos
Viabilidad Ambiental	Cantidad de residuos sólidos de Tetra Pak reciclados	Kg/día	Tablas de datos			
	Cantidad de residuos sólidos de Tetra Pak desechados	Kg/día	Tablas de datos			

<p>Dependiente: Fabricación de contenedores</p>	<p>La fabricación de contenedores es uno de los usos principales para las planchas de Tetra Pak esto debido a que las características de este material como su durabilidad, resistencia, aislamiento térmico e instalación facilitan su uso considerándola también como una alternativa de reemplazo de la madera en proyectos de construcción (Iringová, 2018).</p>	<p>Se realizará la fabricación de placas a base de Tetra Pak mediante la recolección de materia prima en el distrito procediendo a aplicarle los procesos de lavado, corte manual, molde, prensado en caliente, enfriamiento y corte de placas; así mismo se analizará las placas fabricadas en laboratorios el cual cuenta con equipos calibrados y estén certificados por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).</p>	Parámetros físicos	Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	Análisis de laboratorio
				Módulo de rotura	N/mm <sup>2</sup>	Análisis de laboratorio
				Absorción de agua a 24 horas	%	Análisis de laboratorio
				Estabilidad dimensional frente a cambios de humedad	%	Análisis de laboratorio
			Parámetros químicos	Resistencia química	-	Análisis de laboratorio

## ANEXO N° 2

### Validez del Instrumento

#### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación</b>	Propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, 2023	
<b>Línea de Investigación</b>	Desarrollo sostenible	
<b>Apellidos y nombres del experto</b>	Effio Quezada Wilberto	
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable</b>	Manejo de residuos sólidos domiciliarios Uso de Tetra Pak	

Mediante la matriz de evaluación de expertos Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos indicado?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis del procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener datos requeridos?	X		

**Sugerencias**



Firma del experto

Fuente: Propia

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación</b>	Propuesta de uso de Tetra Pak como alternativa ecológica sostenible en la fabricación de contenedores municipales del distrito de Puente Piedra, 2023
<b>Línea de Investigación</b>	Desarrollo sostenible
<b>Apellidos y nombres del experto</b>	Herbozo y Romero Cesar
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable</b>	Manejo de residuos sólidos domiciliarios Uso de Tetra Pak

Mediante la matriz de evaluación de expertos Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos indicado?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis del procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener datos requeridos?	X		

Sugerencias

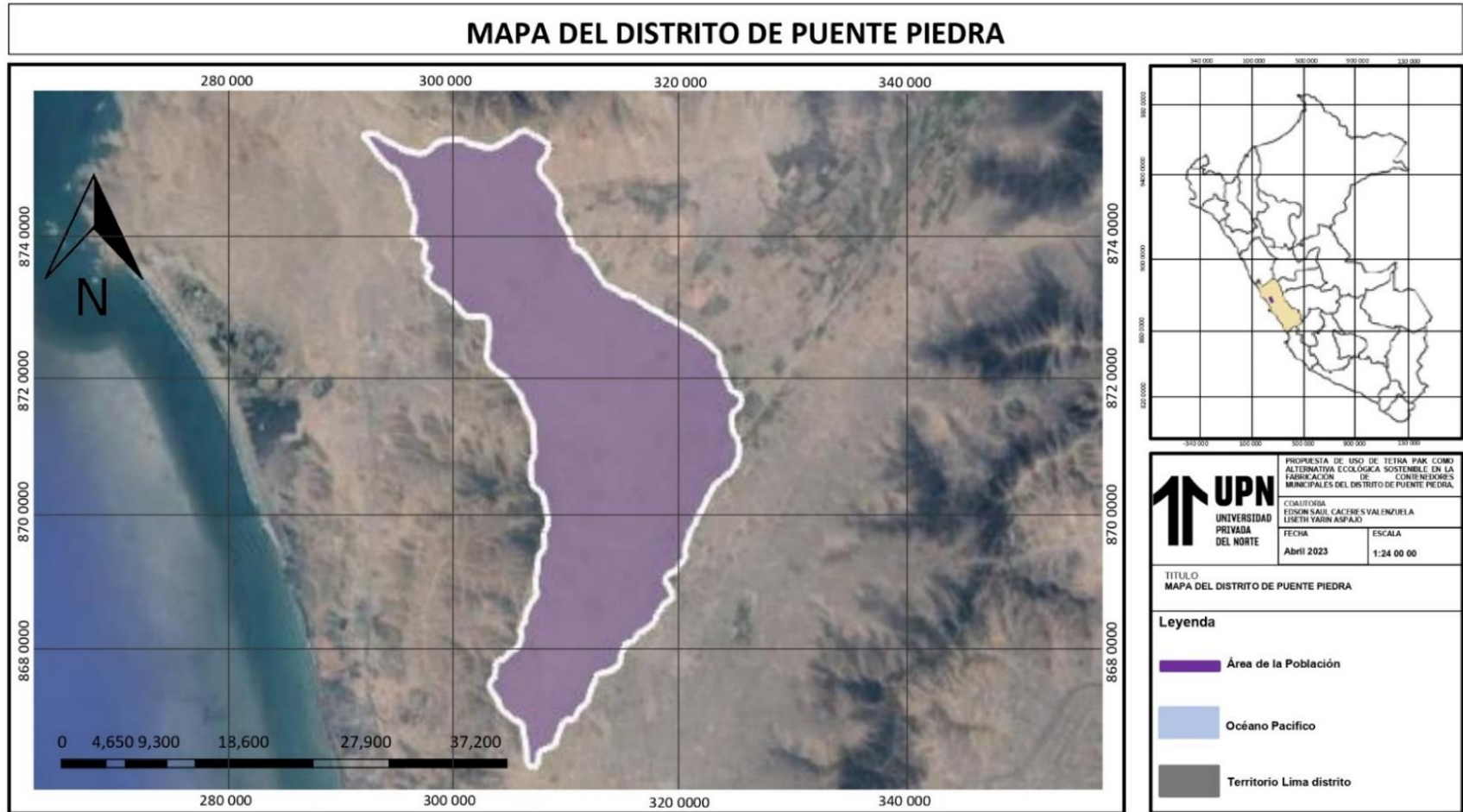


Firma del experto

Fuente: Propia

**ANEXO N° 3**

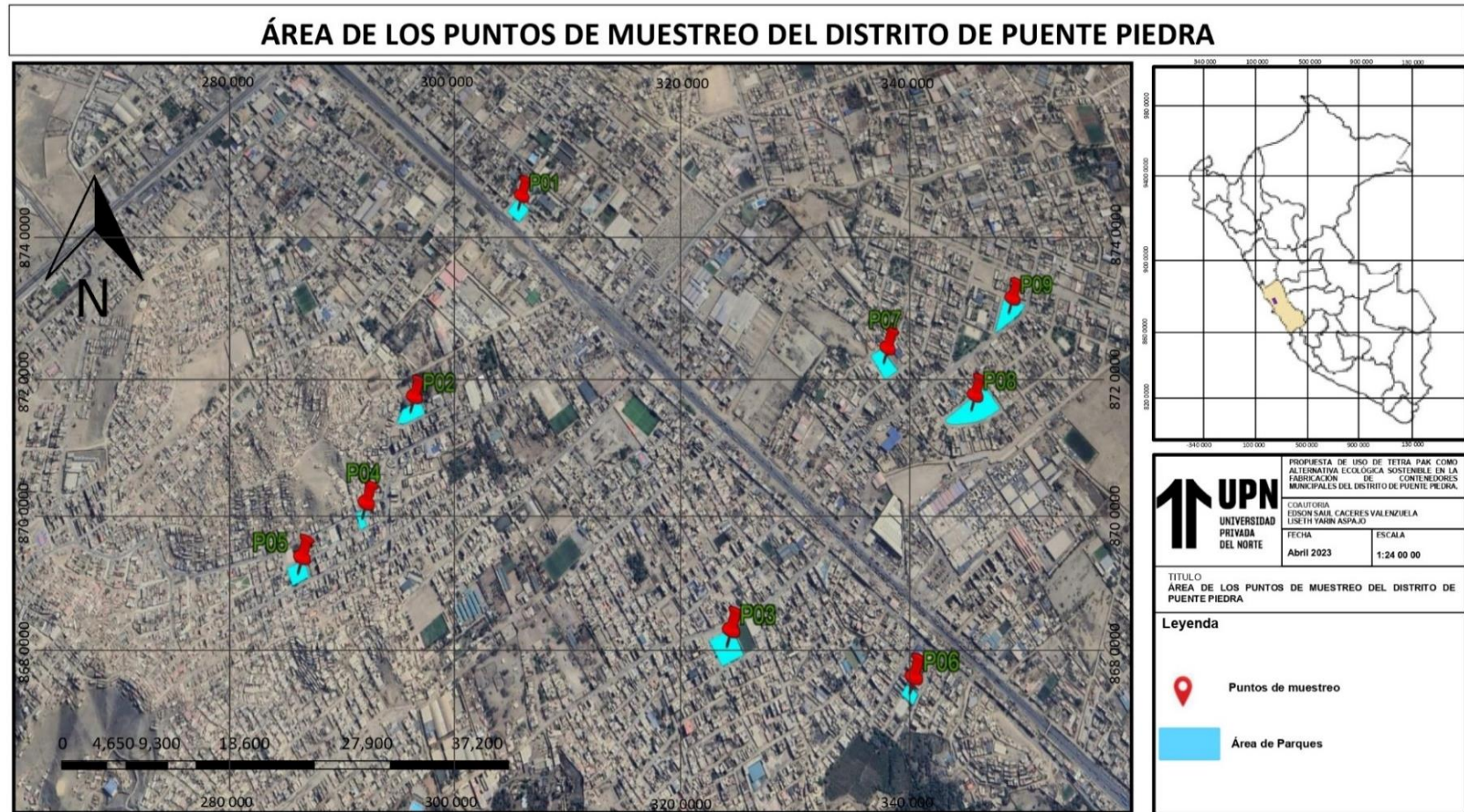
*Mapa del distrito de Puente Piedra*






**ANEXO N° 4**

*Mapa de los puntos de muestreo del distrito de Puente Piedra*



## ANEXO N° 5

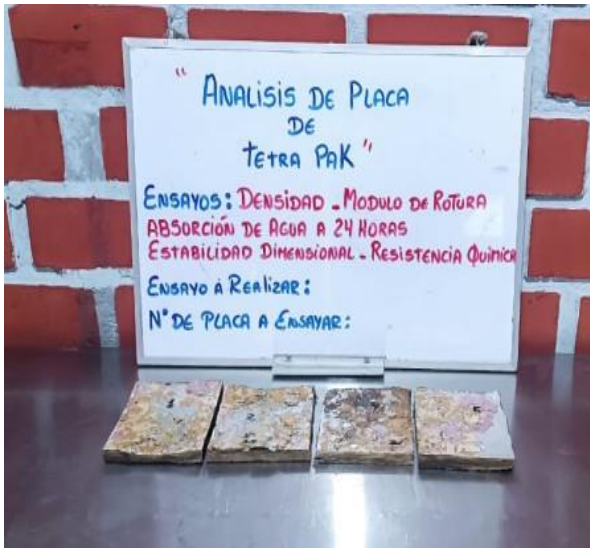
### Modelo de encuesta

		<b>ENCUESTA PARA EL USO DE TETRA PAK EN LA FABRICACIÓN DE CONTENEDORES MUNICIPALES</b>		VERSIÓN 01 ELABORACIÓN PROPIA	
<b>Nombres y Apellidos :</b>					
<b>Edad:</b>		<b>Sexo:</b>		MASCULINO ( ) FEMENINO ( )	
<p>En la presente encuesta se realizarán diversas preguntas con la finalidad de conocer tu opinión sobre los contenedores de basura en tu localidad, por ello te pedimos que leas y respondas las siguientes preguntas con atención. Agradecemos su tiempo y atención en el llenado de la presente encuesta.</p> <p><b>Instrucciones:</b> La encuesta comprende 10 preguntas, en la cual presente 4 opciones de respuestas. Recomendamos leer detenidamente y con atención cada pregunta para marcar la alternativa que corresponda según su opinión las opciones. de las repuestas. Para cada pregunta marque con un aspa (X) en la alternativa que considere sea su situación, experiencia o conocimiento acerca de la gestión de su distrito y experiencias.</p>					
<b>1. ¿Crees que es importante reciclar los residuos para el cuidado del medio ambiente?</b>			<b>6. ¿En tu localidad cuántos contenedores para el almacenamiento de basura has visto?</b>		
A. Totalmente de acuerdo B. Moderadamente de acuerdo C. Poco de acuerdo D. En desacuerdo			A. Más de 3 contenedores B. 2 a 3 contenedores C. 1 contenedor D. No se cuenta con contenedor		
<b>2. ¿Crees que tus vecinos tienen una cultura de reciclaje y reutilización?</b>			<b>7. ¿Por qué crees que no hay suficientes contenedores de basura en tu localidad?</b> Porque .....		
A. Totalmente de acuerdo B. Moderadamente de acuerdo C. Poco de acuerdo D. En desacuerdo			A. La municipalidad no los instala B. Fueron robados por personas C. Están siendo ocultados D. Fueron vendidos por su valor		
<b>3. ¿Estas conforme con el servicio de recolección de basura en tu localidad?</b>			<b>8. ¿De qué material son los contenedores de basura en tu localidad y/o casa?</b>		
A. Totalmente conforme B. Muy conforme C. Poco conforme D. Totalmente disconforme			A. Metal B. Plástico C. Madera D. Cartón		
<b>4. ¿Qué tipo de residuos reciclas en tu vivienda o localidad?</b>			<b>9. ¿Has escuchado de contenedores ecológicos elaborados con material reciclado?</b>		
A. Plástico B. Cartón y papel C. Tetra Pak D. Plástico, cartón y papel			A. Muchas veces B. A veces C. Casi nunca D. Nunca		
<b>5. ¿Apoyarías una campaña de reciclaje de envases Tetra Pak en tu localidad?</b>			<b>10. ¿Estarías de acuerdo con el uso de contenedores de Tetra Pak en tu localidad?</b>		
A. Totalmente de acuerdo B. Moderadamente de acuerdo C. Poco de acuerdo D. En desacuerdo			A. Totalmente de acuerdo B. Moderadamente de acuerdo C. Poco de acuerdo D. En desacuerdo		

## ANEXO N° 6

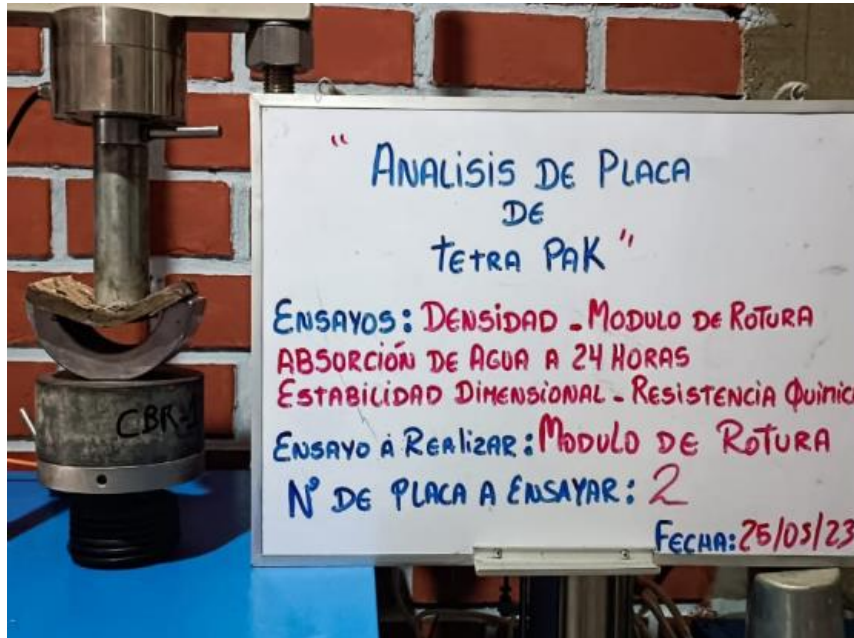
*Laboratorio JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.*

### Localización y equipos del Laboratorio JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.





Localización y equipos del Laboratorio JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.



ANEXO N° 7

Certificado de Análisis de Ensayos

<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>		Informe N°: JR 2023-025 Fecha de Emisión: 26/05/2023 Certificado N°: CEM 91-01025																																										
<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS DE PLACA TETRAPAK	<b>SOLICITANTE:</b> EDSON CACERES VALENZUELA																																											
<b>DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD</b> NTC 2261		Duración del ensayo: 3 horas.																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>Espesor (cm)</th> <th>Largo (cm)</th> <th>Ancho (cm)</th> <th>V (cm<sup>3</sup>)</th> <th>M (g)</th> <th>D (kg/m<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Placa-01</td> <td>12</td> <td>13.5</td> <td>11.9</td> <td>184.7</td> <td>13871</td> <td>795.81</td> </tr> <tr> <td>Placa-02</td> <td>12</td> <td>13.7</td> <td>12.3</td> <td>196.5</td> <td>141.58</td> <td>790.60</td> </tr> <tr> <td>Placa-03</td> <td>11</td> <td>13.3</td> <td>12.0</td> <td>170.2</td> <td>138.11</td> <td>811.40</td> </tr> <tr> <td>Placa-04</td> <td>12</td> <td>14.0</td> <td>11.8</td> <td>193.3</td> <td>141.58</td> <td>792.48</td> </tr> <tr> <td>Placa-05</td> <td>12</td> <td>13.9</td> <td>12.1</td> <td>192.7</td> <td>141.58</td> <td>804.63</td> </tr> </tbody> </table>	MUESTRA	Espesor (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	V (cm <sup>3</sup> )	M (g)	D (kg/m <sup>3</sup> )	Placa-01	12	13.5	11.9	184.7	13871	795.81	Placa-02	12	13.7	12.3	196.5	141.58	790.60	Placa-03	11	13.3	12.0	170.2	138.11	811.40	Placa-04	12	14.0	11.8	193.3	141.58	792.48	Placa-05	12	13.9	12.1	192.7	141.58	804.63	<p>En donde:</p> $D = \frac{M}{V} \cdot 1000$ <p>D: densidad, en kg/m<sup>3</sup>  M: masa de la probeta, en gramos  V: volumen, en cm<sup>3</sup></p>	
MUESTRA	Espesor (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	V (cm <sup>3</sup> )	M (g)	D (kg/m <sup>3</sup> )																																						
Placa-01	12	13.5	11.9	184.7	13871	795.81																																						
Placa-02	12	13.7	12.3	196.5	141.58	790.60																																						
Placa-03	11	13.3	12.0	170.2	138.11	811.40																																						
Placa-04	12	14.0	11.8	193.3	141.58	792.48																																						
Placa-05	12	13.9	12.1	192.7	141.58	804.63																																						
<b>OBSERVACIONES:</b> Muestra tomada e identificada por EL SOLICITANTE. Temperatura del día del ensayo: 22° Para este ensayo se utilizó un calibrador vernier analógico WORKER. Para este ensayo se utilizó una balanza electrónica de funcionamiento no automático OHAUS.																																												
<b>RECOMENDACIONES:</b> Para la realización de los ensayos, los equipos deben encontrarse calibrados para obtener resultados confiables.																																												
<b>ENSAYOS REALIZADOS POR:</b> Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L. RUC: 20609792114 Dirección: Urb. Las Begonias 2da. Etapa Mc. B Lt. 16 - San Martín de Porres																																												
El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.																																												
KEVIN BECERRA DÍAZ INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 219351		JOVY CHARLY GUTIERREZ ABANTE Tec. Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto 982 840 339 / 956 363 147 rdiaz@irgeoconsultores.com jr.geoconsultores@gmail.com proyectos@irgeoconsultores.com																																										



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

Informe N°: JR 2023-025  
Fecha de Emisión: 24/05/2023  
Certificado N°: LEM 01-02025

PROYECTO: ANÁLISIS DE PLACA TETRAPAK  
SOLICITANTE: EDISON CÁCERES VALENZUELA  
REFERENCIAS DE LA MUESTRA: Placa-02  
IDENTIFICACIÓN: Placa-02 PRESENTACIÓN: Muestra de Madera

**DETERMINACIÓN DE MODULO DE ROTURA  
NTC 2261**

**DATOS INICIALES DE LA MUESTRA**

L: 122.50 mm      e: 11.70 mm

**EQUIPO UTILIZADO:** TUTEST 5KN SERIE 18003281

Carga (kN)	Deflexión (mm)
0.14	0.8700
0.17	1.0240
0.20	1.1960
0.25	1.4240
0.31	1.5720
0.37	1.7500
0.42	1.9260
0.47	2.1000
0.51	2.2720
0.56	2.4440
0.61	2.6480
0.65	2.8260
0.69	2.9960
0.73	3.1860
0.77	3.3500
0.80	3.5440
0.84	3.7060
0.87	3.8880
0.90	4.0580
0.93	4.2180
0.96	4.4380
0.98	4.5540
1.00	4.7740
1.03	4.9320
1.05	5.1000
1.07	5.3080
1.08	5.4640
1.10	5.6280
1.11	5.8260
1.11	6.0020
1.12	6.1580
1.10	6.3460
1.09	6.5540
1.06	6.7340

**CARGA Vs DEFLEXIÓN**

**RESULTADOS**

**P: 1.12 kN**

En donde:

MOR = módulo de rotura, en N/mm<sup>2</sup>      MOR = 16.92 N/mm<sup>2</sup>

P = carga aplicada, en N      P = 1.12 kN

L = distancia entre los apoyos, en mm      L = 122.50 mm

a = ancho de la probeta, en mm      a = 11.70 mm

e = espesor nominal de la probeta, en mm      e = 11.70 mm

**REFERENCIAS:** NTC 2261 Wood Bounded Panels and For Non-Structural Internal Applications

**OBSERVACIONES:**

Muestra enviada por el SOLICITANTE

ENSAYOS REALIZADOS: JONNY BECERRA DIAZ      JONNY CHARLY GUTIERREZ ABANTE      982 840 339 / 956 363 147

Redes de Ingeniería de Suelos, Concreto y Asfalto      rdiaz@jrgeoconsultores.com

RUC: 2009010101      CIP N° 219351      jrgeoconsultores@gmail.com

Dirección: Urb. Las Begonias 2da. Etapa Mc. B Lt. 16 - San Martín de Porres      proyectos@jrgeoconsultores.com

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

Informe N° **JR 2023-025**  
 Fecha de Emisión **26/05/2023**  
 Certificado N° **LEM 0242025**

PROYECTO: ANÁLISIS DE PLACA TETRAPAK  
 SOLICITANTE: EDSON CÁCERES VALENZUELA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA: Placa-05  
 IDENTIFICACIÓN: PRESENTACIÓN Muestra de Madera

**DETERMINACIÓN DE MODULO DE ROTURA  
NTC 2261**

**DATOS INICIALES DE LA MUESTRA**  
 L: 111.00 mm      e: 11.30 mm  
 a: 121.00 mm      **EQUIPO UTILIZADO:** TTEST 5KN SERIE: 18.003281

Carga kN	Deflexión mm
0.23	0.6714
0.32	0.8186
0.41	0.9257
0.50	1.0557
0.57	1.1771
0.64	1.2929
0.69	1.4286
0.74	1.5329
0.79	1.6686
0.84	1.7643
0.88	1.8871
0.92	2.0371
0.95	2.1429
0.98	2.2500
1.02	2.3871
1.05	2.5157
1.08	2.6400
1.10	2.7414
1.13	2.8486
1.15	2.9814
1.17	3.1314
1.19	3.2586
1.21	3.3700
1.22	3.4957
1.24	3.6300
1.25	3.7500
1.26	3.8557
1.28	3.9957
1.29	4.1171
1.30	4.2500
1.31	4.3729
1.30	4.5086
1.30	4.6229
1.28	4.7400

**RESULTADOS**

**P: 1.31 kN**

En donde:

MOR = módulo de rotura, en N/mm<sup>2</sup>      **MOR = 17.90 N/mm<sup>2</sup>**

P = carga aplicada, en N      **MOR =  $\frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot a \cdot e^2}$**

L = distancia entre los apoyos, en mm

a = ancho de la probeta, en mm

e = espesor nominal de la probeta, en mm

REFERENCIAS:  
 NTC 2261 Wood Bounded Particulate For Non-Structural Interior Applications

OBSERVACIONES:

ENSAYOS REALIZADOS POR: **JONNY BECERRA DIAZ**      **JONNY CHARLY GUTIERREZ ABANTO**  
 Razón Social: **IRGEO CONSULTORES S.R.L.**      **IRGEO CONSULTORES S.R.L.**  
 RUC: **219351**      **219351**  
 Dirección: **Urb. Las Begonias 2da. Etapa No. B Lt. 16 - San Martín de Porres**      **Urb. Las Begonias 2da. Etapa No. B Lt. 16 - San Martín de Porres**

982 840 339 / 956 363 147  
 jrdiaz@irgeoconsultores.com  
 irgeoconsultores@gmail.com  
 proyectos@irgeoconsultores.com

El solidario asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

Informe N° : JR 2023- 025  
 Fecha de Emisión : 29/05/2023  
 Certificado N° : LEM 01-01/025

**PROYECTO** : ANALISIS DE PLACA TETRAPAK  
**SOLICITANTE** : EDSON CACERES VALENZUELA

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**  
 Peso inicial : 136.11 g      Duración del ensayo : 4 días

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4
Peso Humedo (g)	138.25	139.00	141.00	143.18
Peso Seco (g)	135.18	136.85	137.00	138.46
Porcentaje de Variación (%)	6.5	6.4	6.5	6.5

**OBSERVACIONES:**  
 - Temperatura del agua 20°C  
 - Secado a 110°C  
 - Muestra tomada e identificada por EL SOLICITANTE  
 - Temperatura del día del ensayo 21°  
 - Para este ensayo se utilizó una estufa LS-0016 RUMINSTONE  
 - Para este ensayo se utilizó una balanza de funcionamiento no automático CHAUS

**RECOMENDACIONES:**  
 - Para la realización de los ensayos, los equipos deben encontrarse calibrados para obtener resultados correctos

**ENSAYOS REALIZADOS POR:**  
 - Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
 - RUC: 20600792114  
 - Dirección: Urb. Las Begonias 2da. Etapa Mz. B Lt. 16 - San Martín de Porres

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

**KEVIN BECERRA DIAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 219351

**JONNY CHARLY GUTIERREZ ABANTO**  
 Tec. Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 982 840 339 / 956 363 147  
 fdiaz@jrgeoconsultores.com  
 jrgeoconsultores@gmail.com  
 proyectos@jrgeoconsultores.com

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Informe N° : JR 2023- 025

Fecha de Emisión : 29/09/2023

Certificado N° NIA : LEM 01-01/025

PROYECTO : ANÁLISIS DE PLACA TETRAPAK

SOLICITANTE : EDSON CACERES VALENZUELA Duración del ensayo : 2 días

**RESISTENCIA QUIMICA**

QUIMICO	DIMENSIONES	INICIO (mm)	FINAL (mm)	DESGASTE (%)
Detergente	Ancho	119.0	119.0	0.0
	Largo	135.5	135.5	0.0
	Espesor	11.3	11.5	20.0
Lejía	Ancho	119.5	119.5	0.0
	Largo	132.5	132.5	0.0
	Espesor	10.5	12.3	16.7
Acido Clorhídrico	Ancho	121.5	120.5	0.0
	Largo	138.0	137.0	0.0
	Espesor	10.5	9.0	14.3

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificado por EL SOLICITANTE  
 - Temperatura del día del ensayo: 21°  
 - Para este ensayo se utilizó un calibrador vernier analógico WORKER

**RECOMENDACIONES:**  
 - Para la realización de los ensayos, los equipos deben encontrarse calibrados para obtener resultados confiables.

**ENSAYOS REALIZADOS POR:**  
 Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
 RUC: 20600792114  
 Dirección: Urb. Las Begonias 2da. Etapa Mz. B Lt. 16 - San Martín de Porres

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

KEVIN BECERRA DÍAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 219351

JONY CHARLY GUTIERREZ ABANTO  
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 982 840 339 / 956 363 147  
 kdiaz@jrgeoconsultores.com  
 jrgeoconsultores@gmail.com  
 proyectos@jrgeoconsultores.co



Informe N° : JR 2023-025  
 Fecha de Emisión : 29/05/2023  
 Certificado N° : LEM 01-01025

**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

PROYECTO : ANÁLISIS DE PLACA TETRAPAK  
 SOLICITANTE : EDSON CACERES VALENZUELA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA  
 Peso Inicial : 138.11 g Duración del ensayo : 2 días

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA ABSORCIÓN DE AGUA DE MATERIALES DE NÚCLEO PARA CONSTRUCCIONES TIPO SANDWICH ASTM C272 / METODO A**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS
PESO INICIAL DEL MATERIAL SECO A 110 °C	(g)	138.80
PESO DEL AGUA	(g)	1.31
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.86
PESO FINAL DEL MATERIAL SATURADO Y SUPERFICIE SECA	(g)	177.81
PESO FINAL DEL MATERIAL SECO A 110 °C	(g)	136.80
AUMENTO DE PESO	(%)	30.0

Medicid de la muestra:

ITEM	MEDIDAS INICIALES (mm)	MEDIDAS FINALES (mm)
A1	118.0	118.0
A2	121.0	121.0
B1	133.0	133.0
B2	132.0	132.0
C1	178.0	178.2
C2	178.0	178.1

ITEM	MEDIDAS INICIALES (mm)	MEDIDAS FINALES (mm)
A	11.0	13.0
B	12.0	12.0
C	10.0	12.0
D	11.0	13.0
E	10.0	13.0
F	10.0	12.0
G	12.0	13.0
H	10.0	13.0

OBSERVACIONES:  
 - Temperatura del agua 20°C  
 - Secado a 110°C  
 - Muestra tomada e identificada por EL SOLICITANTE  
 - Temperatura del día del ensayo 21°  
 - Para este ensayo se utilizó una estufa LS-0016 RUMINSTONE  
 - Para este ensayo se utilizó una balanza de funcionamiento no automático OHAUS  
 - Para este ensayo se utilizó un calibrador vernier analógico WORKER

RECOMENDACIONES:  
 - Para la realización de los ensayos, los equipos deben encontrarse calibrados para obtener resultados

ENSAYOS REALIZADOS POR:  
 Razón Social: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.  
 RUC: 2060732114  
 KEVIN BECERRA DIAZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 219351  
 JONY CHARLY GUTIERREZ ABANTO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 219351

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Contacto: 982 840 339 / 956 363 147  
 Email: rdiaz@jrgeoconsultores.com, jrgeoconsultores@gmail.com, jrgeoconsultores@jrgeoconsultores.com

## ANEXO N° 8

### *Fabricación de la prensa calorífica*

Fabricación de soporte metálico



Instalación de arco metálico



Instalación de resistencias eléctricas en plancha



Instalación de plancha de acero inferior





*Instalación de resortes metálicos*



*Instalación de plancha de acero superior*



*Instalación de gata hidráulica*



*Instalación de llave termo magnética y cables*



**ANEXO N° 9**

*Fabricación de placas a base de Tetra Pak*

**Recolección de envases Tetra Pak**



**Lavado de envases Tetra Pak**



**Triturado de envases Tetra Pak**



**Moldeado de la plancha de Tetra Pak**





*Prensado a calor de la plancha de Tetra Pak*



16 may. 2023 22:31:56  
11.84916225 77.1016488W  
180° S  
Asoc San Pedro del Gramadal  
Puente Piedra  
Provincia de Lima  
Altitud:214.6m  
Uso de Tetra Pak-Tesis de Ing. Ambiental-UPN 2023



16 may. 2023 22:33:39  
11.849251666666666S 77.1016233333332W  
204° SW  
Asoc San Pedro del Gramadal  
Puente Piedra  
Provincia de Lima  
Altitud:243.1m  
Uso de Tetra Pak-Tesis de Ing. Ambiental-UPN 2023

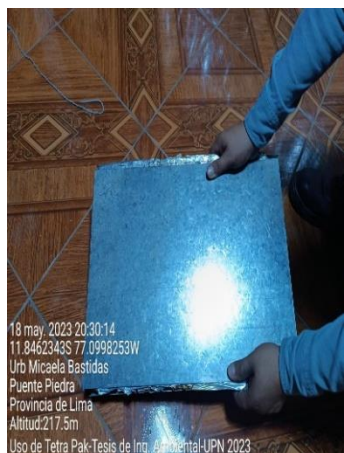


16 may. 2023 23:59:15  
11.8492225S 77.1016666666667W  
330° NW  
Asoc San Pedro del Gramadal  
Puente Piedra  
Provincia de Lima  
Altitud:225.2m  
Uso de Tetra Pak-Tesis de Ing. Ambiental-UPN 2023



16 may. 2023 23:52:27  
11.84920833333335S 77.101715W  
6° N  
Asoc San Pedro del Gramadal  
Puente Piedra  
Provincia de Lima  
Altitud:207.5m  
Uso de Tetra Pak-Tesis de Ing. Ambiental-UPN 2023

*Enfriamiento de la plancha de Tetra Pak*

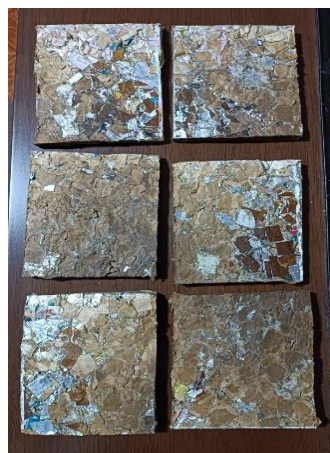


18 may. 2023 20:30:14  
11.8462343S 77.0998253W  
Urb Micaela Bastidas  
Puente Piedra  
Provincia de Lima  
Altitud:217.5m  
Uso de Tetra Pak-Tesis de Ing. Ambiental-UPN 2023



18 may. 2023 20:32:18  
11.8463259S 77.099889W  
Jose Olaya  
Urb Micaela Bastidas  
Puente Piedra  
Provincia de Lima  
Altitud:217.5m  
Uso de Tetra Pak-Tesis de Ing. Ambiental-UPN 2023

*Corte para placas de Tetra Pak*



## ANEXO N° 10

*Equipos de poder, equipos de medición, herramientas manuales y equipos de protección personal para la fabricación de la prensa calorífica y fabricación de placas*

Equipos de poder/eléctricos



Equipos de medición



Herramientas manuales




Equipos de protección personal (EPPs)






**ANEXO N° 12**
*Costos de Operación*

PROPUESTA DE USO DE TETRA PAK COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA SOSTENIBLE EN LA FABRICACIÓN DE CONTENEDORES MUNICIPALES DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA, 2023							
Instrumento	Ficha de Recolección de datos						
Responsables	Edson Saul Caceres Valenzuela						
	Liseth Yarin Aspajo						
DATOS DE COSTOS DE FABRICACIÓN							
MATERIALES							
CANTIDAD		DESCRIPCION	MARCA	PRECIOS REALES			
				P. UNIT (S/.)	P. TOTAL (S/.)		
<b>1</b>	<b>GLB</b>	<b>MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE PRENSA CALORÍFICA</b>				<b>S/ 1,438.99</b>	
6	m	Fierro galvanizado tipo ángulo de 1 ½" x 1/8	AREQUIPA	S/ 11.60	S/ 69.60		
24	m	Fierro galvanizado tipo cuadrado de 1 ½" x 2 mm	AREQUIPA	S/ 5.83	S/ 139.92		
4	unid.	Plancha de acero galvanizado de 67 cm x 38.5 cm x 10 mm	AREQUIPA	S/ 100.00	S/ 400.00		
4	m	Cable eléctrico #12 AWG color celeste	INDECO	S/ 4.95	S/ 19.80		
4	m	Cable eléctrico #12 AWG color negro	INDECO	S/ 4.95	S/ 19.80		
4	m	Cable eléctrico trifásico #16 AWG color gris	INDECO	S/ 6.50	S/ 26.00		
2	unid.	Interruptor termomagnético de 40A	BTICINO	S/ 62.90	S/ 125.80		
4	unid.	Resorte de tensión de 3"	ESTÁNDAR	S/ 7.00	S/ 28.00		
4	unid.	Resistencias eléctricas de 32A	ESTÁNDAR	S/ 85.00	S/ 340.00		
3	kg	Electrodos modelo 6011	OERLIKON	S/ 17.99	S/ 53.97		
10	unid.	Disco de corte 4 1/2 x 3/64 x 7/8"	NORTON	S/ 3.69	S/ 36.90		
4	unid.	Perno de 5/8 x 5"	ESTÁNDAR	S/ 4.50	S/ 18.00		
8	unid.	Terminales eléctricos #12 AWG	TKL	S/ 8.90	S/ 71.20		
2	unid.	Gata hidráulica tipo botella de 2 Tn	TRUPER	S/ 45.00	S/ 90.00		
<b>1</b>	<b>GLB</b>	<b>MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE PLACAS A BASE DE TETRA PAK</b>				<b>S/ 21.10</b>	
2	unid.	Planchas metálicas de 48 cm x 32 cm	AREQUIPA	S/ 8.85	S/ 17.70		
2	kg	Envases de Tetra Pak	ESTÁNDAR	S/ 0.00	S/ 0.00		
2	unid.	Bolsas plásticas de 46 cm x 32 cm	ESTÁNDAR	S/ 0.20	S/ 0.40		
2	unid.	Detergente	PATITO	S/ 1.50	S/ 3.00		
MANO DE OBRA							
ITEM	DESCRIPCION	DIAS	CANTIDAD (PERSONAS)	UNIDAD	PRECIOS REALES		
					P. UNIT (S/.)	P. TOTAL (S/.)	
<b>1</b>	<b>INTALACIÓN, PRUEBAS Y ANÁLISIS DE ENSAYO</b>				<b>S/ 1,277.50</b>		
1.1	MANO DE OBRA	1	1	GLB			
	Técnico Soldador	0.75	1	unid.	S/ 150.00	S/ 112.50	
	Técnico Electricista	0.75	1	unid.	S/ 150.00	S/ 112.50	
1.2	EQUIPOS UTILIZADOS	1	1	GLB			
	Pinza amperimétrica	0.75	1	unid.	S/ 200.00	S/ 150.00	
	Termómetro infrarrojo	0.75	1	unid.	S/ 200.00	S/ 150.00	
1.3	HERRAMIENTAS	1	1	GLB			
	Herramientas varias	0.75	1	glb	S/.100.00	S/ 75.00	
1.4	OTROS GASTOS ASOCIADOS	1	1	GLB			
	Energía Eléctrica	0.75	1	unid.	S/.50.00	S/ 37.50	
	Agua Potable	0.75	1	unid.	S/.10.00	S/ 7.50	
	Alquiler de local	0.75	1	unid.	S/.70.00	S/ 52.50	
	Análisis de ensayos (Parámetros físicos-químicos)	1	1	unid.	S/.580.00	S/ 580.00	
<b>TOTAL SIN IGV (SOLES)</b>						<b>S/ 2,737.59</b>	



## ANEXO N° 13

### Costos de Fabricación de los contenedores municipales del distrito de Puente Piedra

PROPUESTA DE USO DE TETRA PAK COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA SOSTENIBLE EN LA FABRICACIÓN DE CONTENEDORES MUNICIPALES DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA, 2023					 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>	
Instrumento	Ficha de Recolección de datos					
Responsables	Edson Saul Caceres Valenzuela					
	Liseth Yarin Aspajo					
DATOS DE COSTOS DE FABRICACIÓN DE CONTENEDORES A BASE DE TETRA PAK						
MATERIALES						
CANTIDAD	DESCRIPCION	MARCA	PRECIOS REALES			
			P. UNIT (S/.)	P. TOTAL (S/.)		
<b>1</b>	<b>GLB</b>	<b>MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE PRENSA CALORÍFICA</b>			<b>S/ 1,438.99</b>	
6	m	Fierro galvanizado tipo ángulo de 1 ½" x 1/8	AREQUIPA	S/ 11.60	S/ 69.60	
24	m	Fierro galvanizado tipo cuadrado de 1 ½" x 2 mm	AREQUIPA	S/ 5.83	S/ 139.92	
4	unid.	Plancha de acero galvanizado de 67 cm x 38.5 cm x 10 mm	AREQUIPA	S/ 100.00	S/ 400.00	
4	m	Cable eléctrico #12 AWG color celeste	INDECO	S/ 4.95	S/ 19.80	
4	m	Cable eléctrico #12 AWG color negro	INDECO	S/ 4.95	S/ 19.80	
4	m	Cable eléctrico trifásico #16 AWG color gris	INDECO	S/ 6.50	S/ 26.00	
2	unid.	Interruptor termomagnético de 40A	BTICINO	S/ 62.90	S/ 125.80	
4	unid.	Resorte de tensión de 3"	ESTÁNDAR	S/ 7.00	S/ 28.00	
4	unid.	Resistencias eléctricas de 32A	ESTÁNDAR	S/ 85.00	S/ 340.00	
3	kg	Electrodos modelo 6011	OERLIKON	S/ 17.99	S/ 53.97	
10	unid.	Disco de corte 4 1/2 x 3/64 x 7/8	NORTON	S/ 3.69	S/ 36.90	
4	unid.	Perno de 5/8 x 5"	ESTÁNDAR	S/ 4.50	S/ 18.00	
8	unid.	Terminales eléctricos #12 AWG	TKL	S/ 8.90	S/ 71.20	
2	unid.	Gata hidráulica tipo botella de 2 Tn	TRUPER	S/ 45.00	S/ 90.00	
<b>1</b>	<b>GLB</b>	<b>MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE PLANCHAS A BASE DE TETRA PAK</b>			<b>S/ 228.90</b>	
4	unid.	Planchas metálicas de 48 cm x 32 cm	AREQUIPA	S/ 8.85	S/ 35.40	
630	unid.	Bolsas plásticas de 46 cm x 32 cm	ESTÁNDAR	S/ 0.20	S/ 126.00	
45	unid.	Detergente	PATITO	S/ 1.50	S/ 67.50	
<b>1</b>	<b>GLB</b>	<b>MATERIALES PARA EL ARMADO DEL CONTENEDOR A BASE DE TETRA PAK</b>			<b>S/ 3,632.76</b>	
18	unid.	Brazo hidráulico	ESTÁNDAR	S/ 75.00	S/ 1,350.00	
9	unid.	Tubo de desfogue	ESTÁNDAR	S/ 30.00	S/ 270.00	
9	unid.	Teflón	ESTÁNDAR	S/ 2.00	S/ 18.00	
54	unid.	Ángulo de acero	ESTÁNDAR	S/ 36.94	S/ 1,994.76	
MANO DE OBRA						
ITEM	DESCRIPCION	DIAS	CANTIDAD (PERSONAS)	UNIDAD	PRECIOS REALES	
					P. UNIT (S/.)	P. TOTAL (S/.)
1.1	MANO DE OBRA	1	1	GLB		<b>S/ 2,025.00</b>
	Técnico Electricista	0.5	1	unid.	S/ 150.00	S/ 75.00
	Técnico Soldador	13	1	unid.	S/ 150.00	S/ 1,950.00
1.2	EQUIPOS UTILIZADOS	1	1	GLB		<b>S/ 24,000.00</b>
	Termómetro infrarrojo	120	1	unid.	S/ 200.00	S/ 24,000.00
1.3	HERRAMIENTAS	1	1	GLB		<b>S/ 100.00</b>
	Herramientas varias	1	1	glb	S/ 100.00	S/ 100.00
1.4	OTROS GASTOS ASOCIADOS	1	1	GLB		<b>S/ 1,785.00</b>
	Panel publicitario	1	1	unid.	S/ 15.00	S/ 15.00
	Energía Eléctrica x 120 días	1	1	unid.	S/ 800.00	S/ 800.00
	Agua Potable	1	1	unid.	S/ 20.00	S/ 20.00
	Alquiler de local x 120 días	1	1	unid.	S/ 800.00	S/ 800.00
	Movilización para la compra materiales	1	1	glb	S/ 50.00	S/ 50.00
	Movilización para la instalación de contenedores	1	1	glb	S/ 100.00	S/ 100.00
<b>SUB TOTAL (SOLES)</b>						<b>S/ 33,210.65</b>
<b>IMPREVISTOS 2%</b>						<b>S/ 664.21</b>
<b>TOTAL SIN IGV (SOLES)</b>						<b>S/ 33,874.86</b>