

# EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A BASE DE PLÁSTICO RECICLADO COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE SUCRE

Ph.D. Marcos Julio Gironda Alarcón

Ingeniería Comercial - USFX

gironda.marcos@usfx.bo

MSc. Mónica Patricia Reyes Tórrez

Ingeniería Comercial - USFX

reyes.monica@usfx.bo

Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca

RECIBIDO: noviembre 30, 2022

ACEPTADO: Diciembre 10, 2022

## RESUMEN

Hoy en día, el aproximadamente 58% de los habitantes de la ciudad de Sucre, tiene vivienda propia y el resto son habitadas en alquiler, anticrético o cedidas según el INE, con proyecciones al 2022, además, se tiene un incremento de aproximadamente un 28,68% de viviendas son realizadas a través de autoconstrucciones y algunas bajo la contratación de profesionales,

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad la obtención del criterio de los propietarios de viviendas y empresas constructoras la aceptación del uso de ladrillos ecológicos PET, en la construcción de viviendas relacionadas con los materiales empleados para la elaboración de ladrillos ecológicos y su uso en la construcción de viviendas sostenibles. También, se intentará desarrollar una breve descripción del proceso para la elaboración de los ladrillos ecológicos, además de los materiales, propiedades tanto físicas como químicas en el relleno de las botellas de plástico reciclable PET, las cuales podrían ser recolectadas por medio de microempresas de reciclaje que trabajen en el municipio de Sucre.

Esta investigación también muestra los resultados obtenidos al utilizar el ladrillo ecológico como sistema constructivo de muros para la vivienda según los parámetros exigidos para construcciones de viviendas.

Al realizar la evaluación del proyecto se pudo observar que se puede implementar de manera eficiente el uso del PET en el modelo de vivienda unifamiliar contribuyendo con el medio ambiente y mitigando la contaminación ambiental desde el área de la ingeniería civil.

La contaminación es un problema muy preocupante ya que con el tiempo el fenómeno va empeorando, es por esta razón que nace la necesidad de reciclar los plásticos. Existen varios tipos de plásticos, algunos se pueden reciclar y otros no. Tal es el ejemplo del Polietileno Tereftalato (PET), es un material reciclable, empresas como Empacar recolectan alrededor de 800 toneladas de envases PET cada mes. De estos, entre 300 y 350 provienen de los residuos sólidos de La Paz y los restantes provienen del interior del país. (Chuquimia, 2019)

## Palabras clave

Ladrillos ecológicos, reciclado, Polietileno Tereftalato (PET)

## **ABSTRACT**

Today, approximately 58% of the inhabitants of the city of Sucre have their own home and the rest are inhabited for rent, anticretic or transferred according to the INE, with projections to 2022, in addition, there is an increase of approximately 28 68% of homes are made through self-constructions and some under the hiring of professionals,

The purpose of this research work is to obtain the criteria of homeowners and construction companies for the acceptance of the use of PET ecological bricks, in the construction of houses related to the materials used to produce ecological bricks and their use in the construction of sustainable houses. Also, an attempt will be made to develop a brief description of the process for the elaboration of ecological bricks, in addition to the materials, both physical and chemical properties in the filling of recyclable plastic PET bottles, which could be collected through micro-enterprises of d recycling that work in the municipality of Sucre.

This research also shows the results obtained when using ecological brick as a construction system for housing walls according to the parameters required for housing constructions.

When carrying out the evaluation of the project, it was possible to observe that the use of PET in the single-family housing model can be implemented efficiently, contributing to the environment, and mitigating environmental contamination from the area of civil engineering.

Pollution is a very worrying problem since over time the phenomenon worsens, it is for this reason that the need to recycle plastics arises. There are several types of plastics, some can be recycled, and others cannot. Such is the example of Polyethylene Terephthalate (PET), it is a recyclable material, companies like Empacar collect around 800 tons of PET containers each month. Of these, between 300 and 350 come from solid waste in La Paz and the rest come from the interior of the country. (Chuquimia, 2019)

## **KEYWORDS**

Ecological bricks, recycled, Polyethylene Terephthalate (PET)

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en el mundo entero se vive una crisis sanitaria por la acumulación de basura, que irradia una alta contaminación en el medio ambiente.

Durante los últimos años la gestión de desechos no degradables han sido uno de los problemas ambientales a solucionar en las principales ciudades del mundo, estos residuos generan un impacto negativo al medio ambiente mundial, debido al alto uso y consumo de materiales elaborados a base de plástico que generan un alto índice de contaminación, dañino para todos los seres vivos del planeta. (Económicas, 2021)

El plástico afecta a la tierra, el agua y el aire, su largo tiempo de degradación provoca múltiples daños en los ecosistemas, aunque el reciclaje es una buena opción para disminuir la contaminación en la tierra por el plástico, la verdad es que ya no es una medida suficiente, definitivamente tanto el consumo como la producción de plástico se debe reducir. (Forno, 2019, pág. 22)

El incremento considerablemente de los plásticos, que conlleva a un aumento de los residuos, es consecuencia del rápido crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización y el desarrollo económico de los países.

La basura plástica es una de las mayores amenazas a las que se enfrenta el medio ambiente. Su uso indiscriminado y su poca rentabilidad al reciclarlo, hace del plástico uno de los contaminantes más letales al país. (Forno, 2019, pág. 23)

El principal productor de plásticos es la China, distribuyendo sus productos a toda Europa y América. Entre el 2002 y el 2013 aumentó un 50% de 24 millones de toneladas que se produjeron en el 2002 a 299 millones de toneladas en el 2013. Se estima que para el 2020 superarán la producción de plásticos a más de 500 millones de toneladas anuales. (Forno, 2019, pág. 23)

El país importa miles de kilogramos de al menos 179 variedades de plástico cada año, de acuerdo con un

informe del Instituto Boliviano de Comercio exterior (IBCE), con base en datos del Instituto Nacional de Estadística. (INE, 2020)

En Bolivia el plástico mueve millones de dólares, solo en el 2018, se importó polietileno por un valor de 45.5 millones de dólares. Ese monto equivalió a 30.4 millones de kilogramos. (INE, 2020)

El plástico importado generalmente se la utiliza, para hacer envases, cosméticos y detergentes, además de recipientes para productos químicos, mercancías peligrosas y derivados del petróleo, entre otros.

Entre enero y julio de 2019, se compraron más de 12.9 millones de kilogramos de polietileno, según un reporte del IBCE. A razón de 1.8 millones de kilogramos por mes. (INE, 2020)

Durante las últimas décadas la sociedad en su conjunto fue tomando mayor conciencia sobre su uso, cada día se escucha o se lee en los medios tradicionales actuales el deterioro ambiental a nivel mundial. Sin embargo, estos mismos medios solo dan unas soluciones populares y no técnicas del problema. (Forno, 2019, pág. 33)

Una alternativa para disminuir el nivel de contaminación en todo el mundo es el uso de materiales reciclados que permitan, reutilizar los envases de plásticos, con el objetivo de reducir el daño generado al ecosistema por la contaminación del uso de plástico.

El presente trabajo busca establecer la viabilidad del consumo de ladrillos para la construcción hechos de plástico reciclado, con el objetivo de reducir el índice de contaminación en el municipio de Sucre y proponer una alternativa, al sector de la construcción del uso de materiales eco amigables y de mayor resistencia en la construcción de inmuebles.

Concretamente, el ladrillo fabricado de botellas de plástico tiene algunas ventajas en comparación con el ladrillo convencional de barro cocido, como son: Proporcionan un aislamiento térmico hasta cinco veces superior a los ladrillos convencionales, su mayor ais-

lamiento térmico permite la construcción de muros de menor espesor. Así, en lugar de construir paredes de hasta 30 cm se pueden construir de 15 cm, son más ligeros que los ladrillos tradicionales, llegando a pesar hasta un kilo menos, poseen buena resistencia al fuego. Sus resultados en ensayos de propagación de llama lo agrupan en la clase RE 2, que es un material de muy baja propagación, es ecológico, dado que su materia prima son residuos reciclados de plástico, en su fabricación no se emplea suelo fértil, por lo que no contribuye a la desertificación del suelo, este tipo de ladrillo se puede moldear con una maquina manual y no requiere una cocción en grandes hornos, por lo que no contribuye a la contaminación atmosférica ni a la tala de árboles para obtener la leña necesaria.

La palabra reciclar está formada por el prefijo re- que significa nuevamente, reiterar, y de la palabra griega *kyklos* que significa círculo o ciclos. El acto de reciclar se convirtió de una necesidad vital a un acto forzado el cual deberíamos hacer todos los seres humanos, según Felipe Kongreciclar López ies parte del ciclo de la vida, es una necesidad y virtud de la naturaleza, (López, 2019).

El reciclaje es un proceso que tiene como objetivo principal convertir materiales de desecho, tales como; el vidrio, el cartón, el plástico o el aluminio; en nuevos materiales y objetos. El reciclar nos da resultados positivos ya que ayuda a reducir el consumo de energía y a disminuir la transmisión de gases de efecto invernadero, tal como el dióxido de carbono, el cual es el principal causante del calentamiento global, según el portal BBVA noticias (Romero, 2021).

Los primeros en reciclar fueron los japoneses en 1031 D.C. quienes empezaron a almacenar el papel usado para reciclarlo. Poco tiempo después en 1690 D.C. se introdujo por primera vez el reciclaje en la industria manufacturera. Para luego en los años 60 empezaron los movimientos ecologistas, gracias a dichos movimientos las personas empezaron a tomar conciencia sobre el medio ambiente, según la investigación realizada por (Rodríguez, 2017).

Para poder reciclar cualquier producto, (Alberto, Reciclamas, 2020) menciona que el producto debe pasar por un proceso.

La primera etapa consiste en la recolección de los productos de plástico, que ya deberían estar separados en los contenedores específicos, caso contrario, para incentivar a las personas a reciclar y separar, se puede realizar un pago que en el mercado local está alrededor de Bs. 2.- por cada kilo que recolecten, tal como lo hace la empresa Empacar S.A. según la información brindada por VA (Valor agregado) una página de internet que promueve y destaca las iniciativas empresariales.

El proceso por el cual tiene que pasar el plástico es el siguiente, todo lo recolectado se clasifica según su tipo y composición, para luego triturar las piezas de plástico en pequeños trozos, después de triturar completamente el material, pasa por la siguiente fase, que consiste en un completo lavado de todo el material triturado, para luego pasar al proceso de centrifugado y secado, en esta fase todo el material pasa por maquinaria y estaciones para quitar toda el agua y obtener un producto limpio y seco, para después pasar por el proceso mecánico de Homogeneización para lograr un color y textura uniforme. Y por último continua con la fase de granceado en el cual se obtiene unas bolitas pequeñas, en este último proceso se obtiene los pellets, los cuales se almacenan en sacos para su uso como nueva materia prima disponible para nuevas aplicaciones. Los pellets se comercializarán a las diferentes empresas que utilizan como materia prima, las cuales se encargarán de su transformación a un producto final.

La población debe ser participe en este proceso, teniendo muy en claro que está colaborando al medio ambiente ya que con la recolección de los plásticos y con el debido proceso de reciclaje, está contribuyendo a disminuir la contaminación ambiental y además de eso está apoyando a una actividad económica que generara ingresos.

Uno de los objetivos del presente trabajo es buscar la posibilidad de generar el tratamiento de los plásticos

de polietileno, específicamente de las botellas Pet y de esta manera buscar nuevas alternativas en base a este material que puedan servir a la población como una alternativa para el uso cotidiano.

Actualmente en Bolivia uno de los sectores con mayor crecimiento es el de la construcción más de 28% anual, donde los materiales más utilizados son el cemento y los ladrillos; el ladrillo está elaborado de arcilla y para la formación de la dureza se realiza un proceso de calor mediante la cocción del ladrillo en grandes hornos que emanan gran cantidad de gases que aumentan la contaminación y a la materia prima obtenida ocasiona un desorden y deterioro de los ecosistemas.

El propósito del presente trabajo es determinar la factibilidad para la elaboración de ladrillo para la construcción en base a botellas Pet, dentro de las ventajas de los ladrillos Pet, se puede mencionar las siguientes:

- Ahorro, tanto al adquirirlos o fabricarlos artesanalmente como por el ahorro de energía que generan
- Mayor capacidad de aislamiento de la humedad, el ruido, el calor o el frío.
- Menor impacto ambiental y una mayor preservación de los ecosistemas y biodiversidad que propicia la fabricación de muchos de ellos.
- Son más ligeros y, de esta manera, reducen los tiempos de construcción y el esfuerzo de los obreros.

La siguiente etapa sería el proceso de producción de los ladrillos que pueden ser en base a pellets y/o directamente a residuos plásticos. Muchas veces se tendrán residuos que contengan partículas que dificulten el proceso de fabricación, es por ello que se requiere una etapa de lavado.

Los principales residuos que afectan a la materia prima del plástico son tierra, restos de etiquetas y orgánicos.

Cada elemento de plástico es lavado utilizando agua, detergente industrial y soda cáustica. La proporción entre estos aditivos es 50/50. Las funciones de los tres principales elementos del lavado son:

- Detergente industrial: Elimina grasas y otros elementos físicos, tales como etiquetas o pegamentos.
- Soda cáustica: Desinfecta y elimina los residuos orgánicos.
- Agua: Se utiliza para el enjuague, para poder retirar los residuos que quedan del detergente y de la soda cáustica.

Donde es indispensable y puede significar una ventaja competitiva en toda la producción, se busca reducir los costos en cada área disponible. Es por esto que el lavado que se ejecuta para el reciclaje de plástico es sin el uso de aditivos. A esto se le denomina lavado a fricción, con agua fría y ya no es necesario usar la soda cáustica y el detergente industrial. Los residuos plásticos chocan entre sí, debido a la rotación de la lavadora. Es importante que el agua utilizada en esta etapa sea tratada y reutilizada.

También se puede realizar el lavado del plástico utilizando agua solo con añadido de detergente industrial. La forma de utilización del agua es a presión. Luego de este enjuague, se deposita en recipientes que cuentan una malla que no supere 1/8 de pulgada de diámetro, lo que hará posible que el agua pueda llevarse los residuos presentes en el plástico.

Posteriormente se pasa a la etapa de triturado donde se busca reducir los tamaños irregulares en los que viene el plástico, para poder tener una mejor facilidad de uso de este material en el proceso de fabricación del eco-ladrillo.

Los residuos plásticos se introducen en molinos trituradores, lo que convierte a las partes plásticas en hojuelas o scraps. Según el tipo de molido que se utilice se podrá obtener escamas de diferentes tamaños, como pueden ser de media, cuarto de pulgada o finalmente polvo.

La forma común de realización de esta etapa del proceso empieza con la introducción del plástico en tolvas de alimentación, los cuales mueven este elemento hasta unas cuchillas que giran en un eje coaxial. Todo este sistema es impulsado por un motor eléctrico. También existen cuchillas estáticas, que actúan como contraparte de las otras cuchillas que son giratorias. En el momento en el que las hojuelas de plástico tengan el tamaño de un centímetro o menos de diámetro, estas procederán a caer por gravedad por unos agujeros hacia un recipiente (Campos Barboza, Gomez Montalban, & Montero Nuñez, 2019) (Rivera, 2004).

El ladrillo ecológico con material reciclado PET es un producto a base de cemento Portland y arena debidamente dosificados, mezclados con una proporción adecuada de agua, lo que permite que el ladrillo siga cumpliendo con las NTP de Diseño de Sismos Resistentes y NTP de Albañilería Ilustración 12 Diagrama de flujo de la producción de los ladrillos ecológicos a base de botellas Pet.

La dosificación adecuada para la elaboración del ladrillo es de 25% PET, 20% de cemento, 25 % agua, 25 % de arena y finalmente 5% de cal (Piñeros & Herra, 2018). Las dimensiones de este serán de 8 cm de alto, 13 cm de ancho y 24 cm de largo. Para que el ladrillo cumpla con su función al momento del sismo, el vacío de aire que tendrá será menor al 30%.

De acuerdo con los ensayos realizados por (Di Marco Morales & Leon Tellez, 2017) el porcentaje de PET más representativo en la mezcla y que cumple con todas las especificaciones de la NTP es del 25%. Cumple con la clasificación en cuanto a la absorción de agua y resistencia a la flexión.

- Absorción del agua: 8.1% Aa
- Resistencia a la flexión (Mr): 4.19 mpa
- Resistencia a la compresión: 212.6 kgf/cm<sup>2</sup>

**Gráfico Nro. 1 Proceso de producción de ladrillo ecológico**



**Fuente: Elaboración Propia**

Es importante hacer notar que el objetivo establecer un proceso productivo adecuado, es por eso que se ha realizado una descripción sucinta de la elaboración de un ladrillo ecológico, que es por sus características descritas, factible en su producción.

## METODOLOGÍA

Actualmente existe una marcada tendencia del consumidor en busca de productos que resulten menos nocivos para el medio ambiente, con el objetivo de revertir el daño al mismo, a partir de esto se trabaja mucho más en el reciclaje, que consiste en un proceso mediante el cual los materiales que culminan su primera función son desechados y nuevamente reutilizados con una nueva función, de manera que un producto podrá ser utilizado varias veces de acuerdo con sus propiedades.

Por otro lado, Construir una edificación con materiales ecológicos no sólo puede beneficiar al medio ambiente, sino que también puede ayudar a reducir el consumo de energía ya que no se necesitan hornos, y como si fuera poco, resulta económico.

El trabajo de investigación se trabajó bajo el paradigma positivista, con un enfoque cuantitativo. El alcance es de tipo descriptivo y explicativo. Los métodos utilizados fueron el bibliográfico, permitiendo una revisión de documentación e información existente, el estadístico permitiendo el llenado, la tabulación y el procesamiento de datos, utilizando el paquete estadístico SPSS v. 25, y el analítico. En el marco muestral se recurrió a datos de fuentes secundarias proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE), donde indica que la población proyectada para el 2018 de la ciudad de Sucre es de 259.798 habitantes, el número de integrantes promedio por familia para la ciudad de Sucre según datos de la misma institución es de 4,12 miembros a continuación se presenta la proyección del Instituto Nacional de Estadística (INE 2018).

Para llevar adelante el trabajo de campo y la obtención de información se utilizó la técnica de investigación que fue la encuesta, misma que se aplicó en un número de 348 familias en los distritos 1 al 5.

## RESULTADOS

La ciudad de Sucre se puede resaltar los incrementos masivos de viviendas improvisadas, locales no destinados para vivienda y departamentos. Estos porcentajes demuestran que las viviendas en altura, viviendas sin asesoramiento técnico legal y los locales destinados a comercio y lucro son de preferencia para el propietario que piensa en la construcción en su espacio privado.

**Tabla Nro. 1 Incremento de la vivienda particular en la Ciudad de Sucre**

| TIPO DE VIVIENDA                     | 2001  | 2021  | INCREMENTO | PORCENTAJE |
|--------------------------------------|-------|-------|------------|------------|
| Casa / Choza / Pahuichi              | 59079 | 88113 | 29034      | 49,14%     |
| Departamento                         | 3797  | 8166  | 4369       | 115,06%    |
| Cuarto(s) o habitación(es) suelta(s) | 16968 | 16241 | -727       | -4,28%     |
| Vivienda improvisada                 | 131   | 849   | 718        | 548,09%    |
| Local no destinado para vivienda     | 207   | 1308  | 1101       | 531,88%    |

Fuente: Instituto nacional de Estadística

Esto nos muestra un crecimiento importante que desde el 2001 al 2021 ya que se tiene en promedio un incremento de casi el 43,02%, en general todos los tipos de vivienda, lo que da una oportunidad de introducir materiales de construcción, como podrían ser los ladrillos ecológicos en base a plásticos reciclados.

**Tabla Nro. 2 Tenencia de vivienda por familia en la Ciudad de Sucre**

| DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO | 2021   |           |                         |                                    |                      |                                 |      |
|--------------------------|--------|-----------|-------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------------------|------|
|                          | PROPIA | ALQUILADA | EN CONTRATO ANTICRÉTICO | EN CONTRATO ANTICRÉTICO Y ALQUILER | CEDIDA POR SERVICIOS | PRESTADA POR PARIENTES O AMIGOS | OTRA |
| Sucre                    | 58,1   | 25,8      | 5,9                     | 0,4                                | 1,2                  | 7,1                             | 1,5  |

Fuente: Instituto nacional de Estadística

Otro aspecto interesante, es que el 41,9% de las familias en la ciudad de Sucre no cuenta con vivienda propia, lo que también podría significar una oportunidad ya que la aspiración de toda unidad familiar es contar con una vivienda y desde luego con materiales a bajo costo, está comprobado en estudios que el costo de un ladrillo ecológico es más bajo que uno de arcilla.

**Tabla Nro. 3 Criterio de la familias de apoyar medidas de reducción de la contaminación**

|         | Detalle                                | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|--|------------|------------|-------------------|----------------------|
| VALIDOS | Reciclando                             | 35         | 10,1       | 10,1              | 10,1                 |
|         | Rehusando                              | 104        | 29,9       | 29,9              | 39,9                 |
|         | Evitando usar materiales contaminantes | 89         | 25,6       | 25,6              | 65,5                 |
|         | Reducción del consumo en general       | 68         | 19,5       | 19,5              | 85,1                 |
|         | Ninguna                                | 52         | 14,9       | 14,9              | 100,0                |
|         | Total                                  | 348        | 100,0      | 100,0             |                      |

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar, que un 29,89% de los encuestados indican apoyar a disminuir la contaminación ayudando al medio ambiente por medio del rechazo de los productos, un 25,57% lo hace por medio del bajo uso de materiales o residuos contaminantes, un 19,54% lo hace por medio de una reducción paulatina del consumo de plásticos o materiales dañinos para el medio ambiente, un 10,06% lo hace por medio del reciclado y un 14,94% no hace ninguna actividad en particular.

Esta también se convierte en una oportunidad dado que más del 80% de las personas sí demuestran tener una buena aptitud hacia las prácticas del cuidado del medio ambiente y reducir los índices de contaminación.

**Tabla Nro. 4 Predisposición a construir o ampliar su vivienda en el corto plazo**

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---------|------------|------------|
| Si      | 209        | 60,50      |
| No      | 139        | 39,94      |
| Total   | 348        | 100,0      |

Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica anterior, se puede apreciar que un 60,50% de las personas que indicaron que planean construir en el corto plazo y un 39,94% indican que no tiene planificado hacer construir ningún inmueble, ya sea por el factor económico o porque la vivienda ya se encuentra terminada, esto corrobora la posibilidad de introducir una mayor oferta de productos de construcción y, además, esta también validando la posibilidad de uso de productos reciclados.

**Tabla Nro. 5 Conocimiento de los ladrillos eco-amigables**

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje |
|---------|------------|------------|
| Si      | 219        | 63%        |
| No      | 129        | 37%        |
| Total   | 348        | 100%       |

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al estudio de campo se puede apreciar que un 63% de las personas encuestadas, sí conocen los ladrillos eco-amigables o por lo menos tienen algún conocimiento y un 37% tienen un total desconocimiento.

**Tabla Nro. 6 Percepción de los Ladrillos eco-amigables**

| Detalle    | Frecuencia | Porcentaje |
|------------|------------|------------|
| Durable    | 23         | 10,50%     |
| Económico  | 109        | 49,77%     |
| Resistente | 87         | 39,73%     |
| Total      | 219        | 100%       |

Fuente: Elaboración Propia

De todos los encuestados que tienen algún conocimiento de los beneficios de los ladrillos ecológicos resaltaron como principales que son económicos el 49,77%, un 39,73% indican que son resistentes y un 10,50% son muy durables, debido a los materiales que los componen, lo que puede corroborar que sí tienen un conocimiento sobre las bondades y beneficios del producto.

Es importante resaltar que el costo de un ladrillo ecológico en relación a un ladrillo convencional, por sus componentes y equipo que requiere tiene un menor costo, según estudios realizados por la UAP de la república del Perú en Cajamarca, este tendría en promedio un valor de mercado menor en 33%, con cualquier método utilizado, este oscila desde un 12% hasta un 54% dependiendo de la calidad (Huaman Abanto , 2016).

**Tabla Nro. 6 Adquisición de ladrillos elaborados por botellas Pet recicladas**

| Detalle | Frecuencia | Porcentaje válido |
|---------|------------|-------------------|
| Si      | 151        | 68,95%            |
| No      | 68         | 31,05%            |
| Total   | 219        | 100%              |

Fuente: Elaboración Propia

Con este último cuadro podemos constatar una tendencia favorable al consumo ladrillos ecológicos y se puede desarrollar una industria que, por ser un producto ecológico, económico y que contribuye a reducir el impacto ambiental actual ocasionado por los desechos plásticos por una parte y por los procesos productivos del ladrillo tradicional por otra. También es un producto que puede estar al alcance de todas las clases sociales sea alta, media o baja. No tiene ninguna restricción alguna.

El costo del producto puede motivar un mayor crecimiento de las viviendas y contribuir a un mayor crecimiento del producto interno local, además no es muy pesado como los demás que están en el mercado facilitando su transporte.

## CONCLUSIONES

Una conclusión importante es que el 41,9% de las familias en la ciudad de Sucre no cuenta con vivienda propia, lo que también podría significar una oportunidad ya que la aspiración de toda unidad familiar es contar con una vivienda.

Este nuevo tipo de ladrillo eco-amigable sin cocción incrementa su valor ecológico al contener como componentes del mismo, aditivos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente, sobre todo por el ahorro energético que se produce en el proceso de su fabricación.

Es importante mencionar que una gran mayoría de las personas encuestadas están de acuerdo y practican el reciclaje de materiales nocivos para el medio ambiente, y un 60% esta dispuesto a realizar construcciones con este tipo de ladrillo eco-amigable.

La mayoría de las personas consideran que el ladrillo eco-amigable es un material alternativo que permite una construcción más respetuosa con el medio ambiente y posiblemente más económica que otros sistemas de construcción tradicionales.

Por tanto, sería interesante seguir investigando en esta línea para crear un nuevo mercado para la industria de la mampostería viable, sostenible y más comprometido con el medio ambiente.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## Bibliografía

Alberto. (11 de 01 de 2020). Reciclamos. Obtenido de El proceso de reciclaje de los plásticos: <https://reciclamos.eu/blog/el-proceso-de-reciclaje-de-los-plasticos/>

Alberto. (15 de Junio de 2020). Reciclamos. Obtenido de El proceso de reciclaje de los plásticos: <https://reciclamos.eu/blog/el-proceso-de-reciclaje-de-los-plasticos/>

Alteco. (2018). Alteco Consultores Desarroll y Gestión. Obtenido de <https://www.aiteco.com/modelo-serv-qual-de-calidad-de-servicio/>

Baldiviezo, M. (14 de Abril de 2021). El Deber. Recuperado el 20 de Mayo de 2021, de El Deber: [https://eldeber.com.bo/dinero/la-mayor-demanda-de-internet-pone-en-apuros-a-proveedores-por-la-elevada-mora\\_227811](https://eldeber.com.bo/dinero/la-mayor-demanda-de-internet-pone-en-apuros-a-proveedores-por-la-elevada-mora_227811)

Campos Barboza, K. L., Gomez Montalban, F., & Montero Nuñez, M. A. (2019). Diseño del Proceso de Producción de Ladrillos Basados en plástico reciclado . Piura: UNiversidad de Piura.

Cazau, P. (2006). Introducción a la Investigación en Ciencias Sociales. Buenos Aires: Galeón.

Chuquimia, L. (07 de Abril de 2019). [www.paginasiete.bo](http://www.paginasiete.bo). Obtenido de Reciclar botellas PET, una forma sustentable de hacer negocios: <https://www.paginasiete.bo/miradas/reciclar-botellas-pet-una-forma-sustentable-de-hacer-negocios-BAPS214342#:~:text=A%20nivel%20nacional%2C%20Empacar%20re%C3%BAne,-Santa%20Cruz%20los%20mayores%20proveedores.>

Económicas, I. d. (15 de agosto de 2021). La basura, un problema creciente en Bolivia. Obtenido de La basura, un problema creciente en Bolivia: <http://www.iisec.ucb.edu.bo/publicacion/la-basura-un-problema-creciente-en-bolivia>

Forno, E. (2019). Contaminación ambiental y actores sociales en Bolivia: Un balance de la situación. Ecuador: Scielo.

Fortún, M. (2019). Economipedia. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/teoria-del-consumidor.html>

INE, I. N. (12 de enero de 2020). INE.gob.bo. Obtenido de INE.gob.bo.: <https://www.ine.gob.bo/index.php/institucion/planificacion/programa-operativo-anual/category/63-notas-de-prensa-2015?download=1010:np-2015-40&start=40>

López, F. K. (15 de mayo de 2019). LT laTercera. Obtenido de El origen del reciclaje: reciclar es parte del ciclo de la vida: <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/el-origen-del-reciclaje/656425/>

Rodríguez, D. Y. (25 de septiembre de 2017). Conciencia Eco. Obtenido de La historia del reciclaje: [https://www.concienciaeco.com/2015/05/16/la-historia-del-reciclaje/#Los\\_japoneses\\_los\\_primeros\\_en\\_reciclar\\_papel](https://www.concienciaeco.com/2015/05/16/la-historia-del-reciclaje/#Los_japoneses_los_primeros_en_reciclar_papel)

Romero, S. (23 de Julio de 2021). BBVA NOTICIAS. Obtenido de ¿Qué es el reciclaje y por qué es importante reciclar?: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-reciclaje-y-por-que-es-importante-reciclar/>