



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TESIS**

**TRATAMIENTO DEL PLASTICO  
REAPROVECHABLE, PARA EL DISEÑO DE LA  
ELABORACIÓN DE LADRILLOS, DE LA OBRA LEVEL,  
JESÚS MARÍA, LIMA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**Carlos Augusto Álvarez Rivera**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL**

**Lima – Perú**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida, por darme mi familia y los grandes logros conseguidos durante todos estos años.

Ni una sola idea de este proyecto hubiera visto la luz sin la presencia permanente de aquellas personas que más quiero:

Mi familia, siempre preocupados por mi bienestar, agradeciendo cada momento vivido junto a ellos.

A mi gran Asesora, compañera incondicional y guía, gran artífice en el logro y culminación de esta investigación.

Y por último a todos mis demás familiares, amigos y compañeros por poner su granito de arena para que este momento llegara.

Carlos Álvarez Rivera

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, mi principal guía, porque su palabra siempre ha dado luz a mis pasos.

Al director de la carrera de la facultad de Ingeniería Ambiental, por haber ayudado en el fortalecimiento y guía profesional que hicieron que se lograra el objetivo que se buscaba.

A mi asesor, el M. Ing. FERNANDO SERNAQUE, por su ayuda invaluable en la organización y revisión permanente de este trabajo.

Al personal administrativo de la facultad que siempre estuvieron apoyando en todas las inquietudes presentadas.

## ÍNDICE

CARATULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	x
CAPÍTULO I .....	1
1.1 Caracterización de la realidad problemática .....	2
1.2 Formulación del Problema .....	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	4
1.4 Justificación del Estudio .....	5
1.5 Importancia .....	5
1.6 Limitaciones .....	6
CAPÍTULO II .....	8
2.1 Marco Referencial .....	9
2.2 Marco Legal .....	13
2.3 Marco conceptual.....	14
2.4 Marco Teórico .....	17
CAPÍTULO III .....	72
3.1 Metodología .....	73
3.2 Diseño de la investigación.....	78
3.3 Hipótesis de la investigación .....	78
3.4 Variables .....	79
3.5 Cobertura del estudio de la investigación.....	82
3.6 Técnicas e instrumentos .....	87
3.7 Procesamiento estadístico de la información .....	90
CAPÍTULO IV .....	96
4.1 Resultados de la investigación .....	97
4.2 Discusión .....	100
4.3 Contrastación de Hipótesis .....	102

CONCLUSIONES.....	104
RECOMENDACIONES .....	107
BIBLIOGRAFÍA .....	109
ANEXOS .....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de matriz de operacionalización de variables.....	80
Tabla 2: Plástico recolectado por meses, 2016.....	83
Tabla 3: Plástico recolectado por meses, 2017.....	84
Tabla 4: Plástico recolectado por meses 2018.....	86
Tabla 5: Validación de profesionales expertos.....	89
Tabla 6: Datos para la elaboración del ladrillo .....	91
Tabla 7: Frecuencia de envió de plástico a planta de trituración.....	92
<i>Tabla 8: Prueba de normalidad .....</i>	<i>97</i>
Tabla 9: Análisis de la producción de plástico reaprovechable en kilogramos.....	98
Tabla 10: Correlación entre las variables .....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hogares de la República Argentina por material predominante en las paredes exteriores y presencia de revoques. Total de hogares encuestados: 10.073.625.....	12
Figura 2: Codificación internacional para los distintos plásticos.....	25
Figura 3 Elementos constructivos fabricados con plásticos reciclados .....	42
Figura 4: Pesos específicos de elementos constructivos .....	43
Figura 5: Conductividad térmica de cerramientos .....	44
Figura 6: Resistencia a la compresión de elementos constructivos .....	44
Figura 7: Absorción de agua en elementos constructivos .....	45
Figura 8: Prototipos fabricados con ladrillos de plásticos reciclados.....	46
Figura 9: Exteriores y balcones.....	49
Figura 10: Capacitación en obra: inicial (izq.) y en etapa de fabricación (der.).....	51
Fuente: INEI. Censo 2007.....	56
Figura 12: Generación y características de Residuos Sólidos .....	57
Figura 13 Generación Per Cápita de Residuos Sólidos 2007 - Julio 2008.....	58
Figura 14: Generación Per Cápita de Residuos Sólidos agosto 2008 - 2009 .....	59
Figura 15: Generación Per Cápita de Residuos Sólidos 2010 .....	59
Figura 16 Generación Per Cápita de Residuos Sólidos enero - junio 2011 .....	60
Figura 17: Variación de la Generación Anual de Residuos Sólidos Municipales. ....	60
Figura 18: Variación de la Generación Anual de Residuos Sólidos Municipales .....	60
Figura 19: Composición física de residuos sólidos domiciliarios del distrito en porcentajes .....	61
Figura 20: Composición física porcentual (%) de residuos sólidos municipales de acuerdo a su potencial de reciclaje o reaprovechamiento. ....	62
Figura 21: Composición física porcentual (%) de residuos sólidos municipales de acuerdo a su potencial de reciclaje o reaprovechamiento. ....	62
Figura 22: Puntos críticos de acumulación de residuos sólidos por distrito de Lima Metropolitana I trimestre - 2018 .....	70
Figura 23: Rellenos Sanitarios Ubicados en la jurisdicción de DIRESA LIMA .....	71
Figura 24: Plástico recolectado 2016. ....	85
Figura 25 Plástico recolectado 2017 .....	85
Figura 26 Plástico recolectado 2018 .....	86
Figura 27: Formato de Registro de material plástico reciclado -RRSS (PG. RRSS.F01) .....	88
Figura 28: Reaprovechamiento del plástico vs ladrillos a producir.....	93
Figura 29: Relación entre cantidad de plástico reciclado vs reaprovechable (en kilogramos).....	99
Figura 30: Relación entre la cantidad de plástico reciclado (Kg) con el número de ladrillos producidos.....	100

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación evalúa la relación existente entre el tratamiento del plástico re aprovechable y el diseño para la elaboración de ladrillos con plástico tratado, tomando como muestra el proceso constructivo la edificación de la obra LEVEL, un proyecto multifamiliar de 04 Sótanos y 20 Pisos en un área de 964.29 m<sup>2</sup>, el cual se ejecutó en 16 meses.

Para lograr el objetivo, se implementó un proceso de recolección de residuos plásticos, para luego ser clasificados y registrados a través de un formato que se implementó con el fin de cuantificar las cantidades mensuales en kilogramos del plástico recolectado.

Con los datos obtenidos se identifican intervalos recomendables para la disposición final de lo recaudado; se observan que, si existe una relación directa, positiva - significativa entre la cantidad de plástico reciclado y la cantidad de ladrillos a producir, lo cual puede ser tomado como una alternativa viable en proyectos similares para el tratamiento del plástico de los residuos generados, minimizando la contaminación por este material a través de su reaprovechamiento y transformación a un material útil y requerido en el rubro.

## ABSTRACT

The present work of investigation evaluates the existent relation between the treatment of the plastic reaprovechable and the design for the elaboration of bricks, taking like sample the constructive process the construction of the work LEVEL, a multifamily project of 04 Basements and 20 Floors in an area of 964.29 m<sup>2</sup>, which was executed in 16 months.

To achieve the objective, a plastic waste collection process was implemented, to be later classified and registered through a format that was implemented in order to quantify the monthly amounts in kilograms of the plastic collected.

With the data obtained, recommended intervals are identified for the final disposition of the proceeds; it is observed that, if there is a direct, positive - significant relationship between the amount of recycled plastic and the amount of bricks to be produced, which can be taken as a viable alternative in similar projects for the plastic treatment of the waste generated, minimizing the contamination by this material through its reuse and transformation to a useful and required material in the field.

## INTRODUCCIÓN

El boom inmobiliario se desarrolla en el Perú desde el año 2004 en respuesta a la necesidad de la población peruana de tener un lugar propio donde vivir. Este fenómeno generó una masiva inversión y desarrollo de las obras de construcción civil generando gran impacto en los diferentes departamentos del Perú y, sobre todo en Lima. En la actualidad no ha de sorprendernos que en todos los distritos que podamos recorrer no se encuentre un edificio multifamiliar o un terreno que promocióne la pronta construcción de departamentos; ningún distrito ha sido ajeno a este movimiento, desde los sectores A hasta el sector D y E han sido influenciados con esta masificación de respuesta ante la necesidad desencadenada, y si bien, en los últimos años (desde el 2015) se ha pronunciado una disminución en el sector construcción, la demanda aún permite que muchas empresas continúen desarrollando sus proyectos y se continúe la construcción de viviendas o conjuntos habitacionales.

Esta necesidad de vivienda y diversidad de construcciones no solo genera la satisfacción de lo demandado, sino también demanda de recursos como lo son: materiales de construcción, estudio de suelos, compra de terrenos, estudio de mercado a satisfacer, demandas de los futuros clientes, etc. Todo lo antecedido significaría, a primera instancia, un avance positivo para el desarrollo del país, pero debemos entender que ello acarrearía problemáticas ocultas que no son tan beneficiosas, entre ellas la generación de residuos sólidos.

Cada obra de construcción, realizada de manera formal, y con una magnitud promedio de 2 sótanos y 14 pisos pueden generar hasta 18.5 toneladas de residuos sólidos inorgánicos en el proceso de su construcción aproximadamente. Esta cantidad es verdaderamente preocupante, dado que este material residual en una conducta normal, termina en los botaderos municipales o en lugares no autorizados, dado que en el Perú no existen puntos de recolección, ocasionando que la contaminación ambiental se convierta en una problemática que escapa de las manos de los municipios distritales y Lima metropolitana.

La finalidad del presente trabajo de investigación es ofrecer una propuesta viable para minimizar este impacto negativo ambiental, que se inicie desde el punto de análisis de los residuos sólidos inorgánicos generados en las obras de construcción civil, optimizando uno de los recursos más complicados de degradar para el ambiente, el plástico, proponiendo un proceso de transformación a ladrillos utilizando el material contaminante (plástico) y, a través del procedimiento, la viabilidad de implementación de la propuesta que permita reaprovecharlo y que en vez de ser un agente contaminante se convierta en un recurso favorable para la elaboración de un material beneficioso económicamente y con características importantes como: durabilidad, resistencia, sencilla manipulación y aislante de frío, calor y ruido.

Este proyecto ya ha sido instaurado en otros países con características similares a nuestra realidad, referencias que utilizaremos para poder adecuar, lo ya investigado, a nuestro país y establecer una opción de mejora para el control de la problemática ambiental que tanto daño le hace a nuestro planeta y que hoy vemos traducido en sus efectos impactantes como el cambio climático y fenómenos naturales devastadores que están cobrando víctimas humanas, daños en la flora y fauna, e incontables pérdidas económicas a nuestro nación y al mundo en general.

La presente investigación está distribuida considerando la etapa general de la concepción de una obra de construcción civil, su proyección de manejo, la generación de residuos de construcción y demolición en la obra y el manejo que se le da a los mismos; se analizará su problemática focalizando el plástico como material a reutilizar y se planteará la alternativa a implementar para lograr el reaprovechamiento de este material.

Se elaborará un análisis de los residuos sólidos inorgánicos generados por la construcción de edificaciones multifamiliares y el impacto que generan en el ambiente.

Se realizará la propuesta de un procedimiento a seguir para la transformación del plástico reaprovecharle de los residuos sólidos inorgánicos de la obra Level haciendo de ello un reciclaje adecuado y sostenible, con beneficios empresariales y ambientales.

Todo lo antecedido se realiza con el fin de reducir los impactos que la actividad de construcción genera, tratando uno de sus principales agentes contaminantes: el plástico.

**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Según el Dr. Raúl Morales Gutiérrez, el investigador debe ser capaz no sólo de conceptualizar el problema sino también de verbalizarlo en forma clara, precisa y accesible, de tal manera que el lector lo comprenda por el documento mismo.

## **1.1 Caracterización de la realidad problemática**

La industria de la construcción es una de las actividades económicas más importantes y estratégicas para el desarrollo de nuestro país, es un gran generador de empleo y tiene una importante inversión privada y pública. El rubro de la construcción se ha desarrollado positivamente durante los últimos años y creciendo tanto en densidad de proyectos como en magnitud de los mismos. Ello lleva consigo el aumento de necesidad de todo tipo de material que intervienen en las obras y su consecuente demanda.

El crecimiento actual del sector construcción en Lima, al 2014, fue de 4.75%, reflejado en el mayor consumo interno de cemento en 3.22% y la inversión en avance físico de obras aumento en 9.81%, de acuerdo con los datos de INEI, 2014. (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática). Y, aunque en estos 2 últimos años (2015-2016) ha sufrido una decadencia marcada por los diferentes problemas sociales, económicos y de corrupción; permanece activo en el mercado.

A consecuencia de estos resultados, se debe considerar los problemas que trae consigo el desarrollo de dicha industria; entre los varios que se pueden determinar, tomaremos la generación de los residuos sólidos inorgánicos producto del desarrollo de los procesos. Estos materiales resultan contaminantes para el medio ambiente y su carencia de control puede tener impactos de gran magnitud.

Por ello, las autoridades se han visto en la impetuosa necesidad de implementar una serie de leyes y normas, que rijan y regulen el procedimiento tanto en la ejecución de las obras como de todos los procesos que se ven involucrados en las etapas previa y posterior al término del proyecto. La principal norma que regula el tratamiento, en todas las etapas, es el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo N°003 – 2013 –

VIVIENDA, con fecha 8 de febrero del 2013. Lamentablemente, en la práctica se logra identificar que los procesos normativos estipulados no se implementan en las obras de construcción civil, dado que se desconoce de una alternativa de viabilidad para su cumplimiento y del beneficio económico del reaprovechamiento de los residuos sólidos, y, del positivo aporte que con esta práctica se efectuaría en favor de la preservación del medio ambiente.

Estas problemáticas son la base de la presente tesis, con la cual se busca plantear un procedimiento de transformación de uno de sus residuos sólidos inorgánicos que más daño y tiempo de degradación le genera, el plástico, haciendo un análisis desde el mismo lugar (obras) donde se origina y planteando de allí todos los pasos a seguir la elaboración de un nuevo material (ladrillos) que resultará beneficioso para la disminución de la contaminación ambiental y como alternativa de uso para los procesos de construcción por la variedad de características favorables que presenta.

## **1.2 Formulación del Problema**

Hernández, cita en su libro *“Metodología de la investigación”* a Kerlinger y Lee (2002), quienes afirman que “El problema debe de estar formulado en forma de pregunta, claramente y sin ambigüedad”. (Hernández Sampieri, 2014, pág. 36)

### **1.2.1 Problema Principal**

¿En qué medida se relaciona la cantidad de plástico reaprovechable con la cantidad de ladrillos a producir para la obra LEVEL, Jesús María, Lima, 2016-2018?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

**1.2.2.1** ¿En qué medida se relaciona la cantidad de plástico reaprovechable con la cantidad de ladrillos a producir para la obra LEVEL, Jesús María, Lima, 2016-2018?

**1.2.2.2** ¿En qué medida se relaciona la cantidad específica de plástico reaprovechable con la frecuencia de aplicación del diseño de elaboración de ladrillos en la obra LEVEL, Jesús María, Lima, 2016-2018?

### **1.3 Objetivos de la Investigación**

Según Hernández, R.: “Los objetivos de investigación señalan a lo que se aspira en la investigación y deben expresarse con claridad, pues son las guías del estudio”. (Hernandez R., 2014, pág. 36).

Bernal, César A., menciona en su libro Metodología de la Investigación que: “Los objetivos son los propósitos del estudio, expresan el fin que pretende alcanzarse; por tanto, todo el desarrollo del trabajo de investigación se orientará a lograr estos objetivos” (Bernal, 2010, pág. 97).

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la relación existente entre el tratamiento del plástico reaprovechable y el diseño para la elaboración de ladrillos, de la obra LEVEL, Jesús María, Lima, 2016-2018.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

**1.3.2.1** Establecer la relación existente entre la cantidad de plástico reaprovechable con la cantidad de ladrillos a producir en la obra LEVEL, Jesús María, Lima, 2016-2018.

**1.3.2.2** Establecer la relación existente entre la cantidad específica de plástico reaprovechable con la frecuencia de aplicación del diseño de ladrillos de la obra LEVEL, Jesús María, Lima, 2016-2018.

## **1.4 Justificación del Estudio**

Hernández, R. (2014) manifiesta que: “La Justificación de la Investigación indica el porqué de la investigación exponiendo sus razones” (Hernández Sampieri, 2014, pág. 40).

El presente estudio de investigación justifica teóricamente en plantear una alternativa ante la problemática identificada en las obras de construcción (para la investigación la obra LEVEL) que es la carencia de un método de disposición final de los residuos sólidos plásticos para obra LEVEL durante su proceso de construcción. Apoyado en teorías desarrolladas en países como Argentina y Colombia se realiza la propuesta y el análisis de la viabilidad de la misma aportando una posible acción a tomar para dichos desechos y evitar su exposición y contaminación al ambiente.

Metodológicamente, la investigación tiene un enfoque cuantitativo pues se utilizan instrumentos que nos brindan valores numéricos para el análisis de los resultados , su diseños es no experimental ya que, por motivos de presupuesto y tiempo, no se podrá ejecutar en la obra, es correlacional descriptiva , porque pretende observar la relación existente entre el reaprovechamiento del plásticos de los residuos sólidos y el diseño de la elaboración de ladrillos sin manipular los resultados y es de tipo transeccional descriptivo por que la información es captada solo una vez (durante la construcción de la obra LEVEL) y luego se procede a hacer su descripción y análisis.

## **1.5 Importancia**

Conforme afirmó Luis A. Troche Márquez. "La tierra es nuestro refugio; ayudemos a protegerla y cuidarla ya que ello depende el futuro de muchas generaciones."

Nuestra sociedad no ha tomado conciencia de los daños que ha venido causando a nuestro planeta en todos estos años en plástico, se ha dedicado a ver su beneficio sin importarle romper la armonía de la naturaleza que nos regaló a todos nosotros como huéspedes privilegiados que habitan la Tierra.

Hoy es el momento de tratar de corregir y remediar los daños de nuestros antepasados con prácticas sustentables y así salvar de la extinción de nuestra especie por la desidia y descuido de nosotros mismos.

En nuestro país se consumen diariamente enormes cantidades de bolsas, envases, empaques, materiales para construcción y otros objetos de plástico que facilitan la distribución, el transporte y el almacenamiento de distintos productos tanto en la vida cotidiana de las personas como en el desarrollo de proyectos industriales y de construcción. Sin embargo, el uso del plástico y de otros productos obtenidos industrialmente a partir del petróleo ha provocado un grave problema de contaminación, ya que éstos no son degradados por los organismos descomponedores. De hecho, sólo el 2% se somete al proceso de reciclaje de modo que el 98% permanece en el ambiente hasta por 500 años.

Hoy en día, la gran mayoría de los plásticos se obtienen de los derivados del petróleo por varias razones: son muchos más baratos y duran más tiempo, además de que pueden diseñarse con propiedades muy específicas y para aplicaciones altamente sofisticadas.

La acumulación de desechos no biodegradables aumenta, entre otras causas, debido a que las autoridades y la población en general desconocen este problema o no le dan la importancia que requiere, además de carecer de estrategias que permitan sustituir o reutilizar los plásticos generados como residuos, lo que acrecienta diariamente la contaminación tanto a nivel local, nacional y mundial.

## **1.6 Limitaciones**

El presente estudio se limita a analizar los problemas detectados en la obra Level respecto al manejo de sus residuos sólidos y a la viabilidad del cumplimiento de lo establecido por la normativa en la obra.

Los recursos económicos para el diseño del proceso deben ser los mismos a los ya presupuestados para la ejecución de la obra, con lo cual se convierte en otra limitante para el estudio.

El tiempo de la investigación está limitado con el tiempo de duración de la obra; es decir, se analizarán los problemas detectados en cada una de las etapas de la obra (excavación, casco, acabados húmedos y acabados secos) y el diseño del proceso de elaboración de ladrillos debe ajustarse a esos tiempos.

La carencia de estudios realizados en el Perú respecto a esta problemática que se acrecienta desde el año 2004 y el inadecuado seguimiento por parte de los entes reguladores, restringen las herramientas de consulta y datos referenciales respecto a información estadística, control de botaderos autorizados, disposición final de los residuos sólidos reportados en estos botaderos y de aquellos que se conoce que se segregan, pero no tienen registro de disposición final.

Disponibilidad de tiempo por parte de los encargados de obra para colaborar con la investigación debido a que se prioriza la parte productiva y sus actividades diarias; en ese sentido, el personal que labora en obra no tendrá mucho tiempo para dedicarse a la recolección, manejo, traslado y entrega de datos estadísticos de los residuos en obra, por lo que el tiempo para este trabajo tendrá que ser mínimo, aproximadamente 02 horas al día como máximo.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

## 2.1 Marco Referencial

### 2.1.1 Antecedentes de la Investigación

**Tesis: “Comparación de las propiedades físico-mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos de PVC, Cajamarca, 2015”.**

**Autor:** Alexander Jhoel Astopilco Valiente.

**Año:** 2015

**Universidad:** Universidad Privada del Norte. Cajamarca, Perú.

Busca determinar las propiedades físico – mecánicas de los ladrillos de concreto versus las que contiene agregado de PET realizando ensayos de laboratorio para probar en ambos el cumplimiento de las especificaciones técnicas peruanas. Concluyó que, las propiedades Físico - mecánicas de los ladrillos elaborados con residuos de PVC se incrementan, excepto la resistencia de compresión, los ladrillos con residuos de PVC tienen menor capacidad de succión al agua, tienen mayor resistencia a la flexión y su uso no se recomienda para albañilería estructural más si puede utilizarse en muros perimétricos, parapetos y albañilería a porticada.

**Tesis: “Elaboración de una mezcla cementicia y agregados de plástico reciclados, para fabricar ladrillos ecológicos, Loreto, 2014”.**

**Autor:** Alfonso Junior Valles Vargas

**Año:** 2014

**Universidad:** Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

Plantea concientizar a la población a implementar una ingeniería sostenible de bioconstrucción reutilizando el plástico reciclado con una mezcla cementicia que le permita cumplir con la NTP para ladrillos. Para ello, utiliza la metodología descriptiva experimental, distribuidas en IV fases: Gabinete, Campo, Validar formulas, laboratorio; llegando a las siguientes conclusiones: en las 4 muestras realizadas con diferentes

porcentajes de plástico se evidenciaron resultados diferentes; sin embargo, logran clasificarse en el tipo I de las especificaciones técnicas de la normativa nacional (NTP).

**Tesis: “Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico Polietileno-Tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción”.**

**Autor:** Brayan Caballero Meza y Orlando Florez Lengua

**Año:** 2016

**Universidad:** "Universidad de Cartagena", Cartagena D.T. y C., Colombia.

La problemática de explotación insostenible de la corteza terrestre para obtener agregados minerales, sumada a los problemas de disposición de residuos plásticos crea la necesidad de proponer nuevas alternativas que difieran de lo convencional. Por tanto, la siguiente investigación presenta los resultados de factibilidad sobre una alternativa ecológica a los bloques de hormigón que son un material de construcción vital a nivel global.

La alternativa estudiada, es la de sustituir un porcentaje (12,5%, 25% y 37,5%) en volumen de agregado fino por plástico PET triturado y recolectado como desecho para la fabricación de bloques de hormigón de 6 pulgadas. El estudio de factibilidad consiste en que la alternativa, para diferentes sustituciones mantenga la geometría y proceso de fabricación de un bloque convencional, cumpliendo con los parámetros de resistencia, absorción, densidad y humedad de las normativas NSR-10 y Normas Técnicas Colombianas NTC del ICONTEC.

**Tesis: “Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la fabricación de ladrillos vibro compactado de cemento”.**

**Autor:** Einer Javier Arrascue Bazán y Marx Engels Cano Herrera.

**Año:** 2017

**Universidad:** "Universidad Nacional del Santa", Nuevo Chimbote, Perú.

Tiene como principal objetivo el elaborar ladrillos adicionándole plásticos reciclados que cumplan con las características requeridas en la norma E-070 del RNE (tipo I), para lo cual utilizó diversas dosificaciones del agregado de plástico (35%, 45%,55% y 100%) respetando la dosificación 1:7:3 (cemento: arena: confitillo) aplicando el vibro compactado.

Sus resultados lograron identificar que los porcentajes que se adecuaban más a lo estipulado en la norma E-070 del RNE era la dosificación 1:7:3 + 55% de PET, con una resistencia a los 28 días de 57kg/cm<sup>2</sup>.

### **“Aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento”**

**Autor:** Rosana Gaggino; Ricardo Arguello; Horacio Berretta.

Centro Experimental de la Vivienda Económica – Córdoba - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina - e-mail: areatecnica@ceve.org.ar

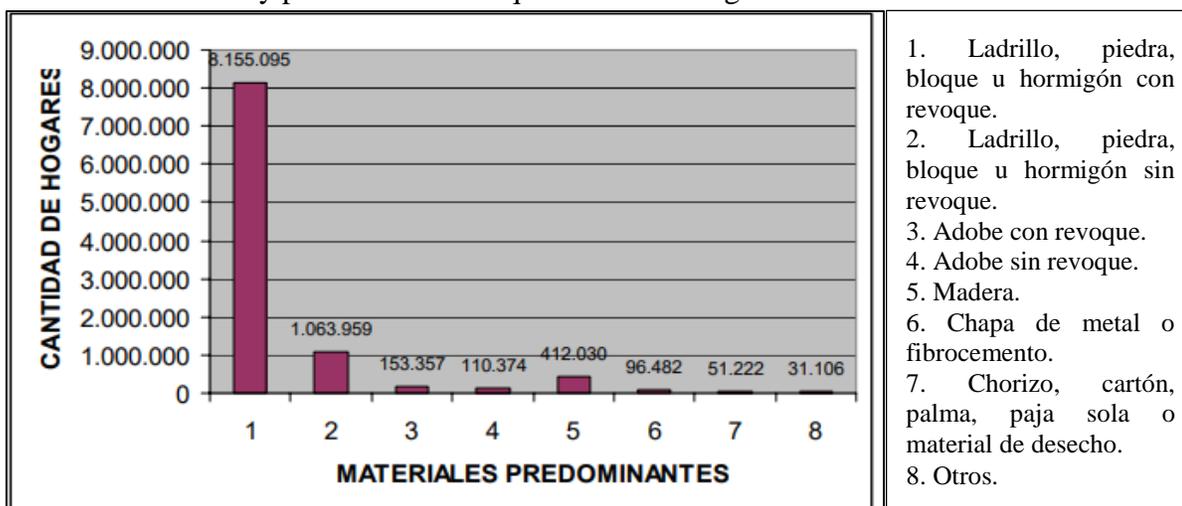
“El trabajo muestra los resultados de una investigación llevada a cabo en el Centro Experimental de la Vivienda Económica de Córdoba -CEVE, en la cual se han desarrollado elementos constructivos elaborados con plásticos reciclados. Estos elementos son ladrillos, bloques y placas que se utilizan como cerramiento lateral no portante en viviendas económicas.

La materia prima principal para su elaboración, el plástico, proviene de envases descartables de bebidas (residuo posconsumo) y de envoltorios de alimentos (residuo de fábrica por defectos de espesor o entintado). Su procedimiento de elaboración es similar al de un hormigón común, reemplazando los áridos pétreos por los plásticos triturados. El propósito del trabajo es aportar una alternativa a otras tecnologías de construcción tradicionales, que consumen recursos no renovables, o que producen impacto ambiental negativo” (R., R., & H., 2016).

“La tecnología descrita es ecológica porque recicla residuos que en gran parte son enterrados en predios municipales, sin utilidad alguna; o acumulados y quemados en basurales, produciendo degradación del entorno. Además, su proceso de producción no

contamina el medio ambiente. También es económica, porque utiliza como materia prima principal residuos, lo cual la hace apta para viviendas de interés social.[...]En este trabajo de investigación se ha desarrollado una tecnología para la construcción en la cual se reciclan residuos plásticos urbanos, con el objetivo ecológico de colaborar en la reducción de la cantidad de los mismos.[...]En la provincia de Córdoba, República Argentina, se constata también que la mayor parte de los residuos es llevada a basurales al aire libre, donde frecuentemente se originan incendios con consecuencias catastróficas para el medio ambiente.[...]Las tecnologías tradicionales utilizadas en la República Argentina para la construcción causan impacto ambiental, en mayor o menor medida. Todas ellas implican la extracción de materias primas (piedra, arena, madera, suelo fértil, metales, etc.), en algunos casos recursos no renovables. Es muy bajo el porcentaje de utilización de materiales reciclados, y se trata en general de residuos recuperados de demoliciones, por ejemplo, el caso de la fabricación de hormigones utilizando parcialmente como agregados restos de hormigones viejos triturados o cascotes de ladrillos” (R., R., & H., 2016). (Ver Figura 1).

Figura 1 Hogares de la República Argentina por material predominante en las paredes exteriores y presencia de revoques. Total de hogares encuestados: 10.073.625.



Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001.

“La actividad de fabricar ladrillos de barro cocido (una de las tecnologías de uso predominante para la construcción en la República Argentina) es un claro ejemplo de destrucción de suelo, puesto que para su elaboración se utiliza la capa fértil de la tierra. El consumo de suelo de la misma es semejante a la de los viveros y las fábricas de cerámicos. Produce deforestación, puesto que se talan los árboles de montes próximos para obtener la leña necesaria para el funcionamiento de los hornos, habitualmente sin reponer los ejemplares extraídos. Además, produce contaminación atmosférica por el humo que emiten los hornos. Este tipo de actividad es tolerada debido a la amplia aceptación que tienen estos ladrillos por sus buenas

propiedades técnicas y bajo costo [...]. Volviendo al tema de la producción de ladrillos de tierra cocida, tanto común como visto, en esta provincia alcanza un volumen significativo (200.000 ladrillos mensuales en promedio). El bajo precio del mismo se explica porque los cortaderos trabajan en una informalidad total, y en condiciones precarias, lo cual atenta contra la salud de los trabajadores. [...]. Es pues, difícil competir económicamente con una tecnología protectora del medio ambiente como la que se presenta en este trabajo de investigación, si se pretende hacerlo desde la legalidad” (R., R., & H., 2016).

Cabe resaltar que sus principales objetivos son:

- Colaboración en la solución del déficit habitacional y la desocupación en nuestro país.
- Impulso de tecnologías ambientalistas dentro de la industria de la construcción.
- Desarrollo de nuevos procedimientos y búsqueda de nuevos materiales para elaborar elementos constructivos buscando mejorar propiedades técnicas, abaratar costos y descontaminar el ambiente.

## **2.2 Marco Legal**

- Ley 27314, Ley general de residuos sólidos.
- D.S. N° 057-2004- PCM Reglamento de la ley 27314 – 2000
- Ley N° 28611, Ley general del ambiente
- Ley 28356, Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos
- D.S. N° 003 – 2013 – Vivienda
- NTP 900.058 Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos
- Ordenanzas municipales de Jesús María
- Órganos reguladores:
  - Dirección general de salud e Inocuidad Alimentaria (DIGESA)
  - Ministerio del ambiente
  - Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)
  - Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTC)

## 2.3 Marco conceptual

- Almacenamiento: Operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas como parte del sistema de manejo hasta su disposición final.
- Botadero: Acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Carecen de autorización sanitaria.
- 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.
- Disposición Final: Procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.
- Empresa prestadora de Servicio de Residuos Sólidos: Persona jurídica que presta servicios de residuos sólidos mediante una o varias de las siguientes actividades: limpieza de vías y espacios públicos, recolección y transporte, transferencia, tratamiento o disposición final de residuos sólidos.
- Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales: Conjunto de métodos y procedimientos orientados a la obtención de información primaria relacionada a las características de los residuos sólidos municipales (constituidos por residuos domiciliarios y no domiciliarios) como: la cantidad de residuos que se generan, densidad, composición y humedad, en un determinado ámbito geográfico.
- Estudio de Impacto Ambiental: Los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos. Deben indicar las medidas necesarias para evitar o reducir el daño a niveles tolerables e incluirá un breve resumen del estudio para efectos de su publicidad.
- Generador: Persona natural o jurídica que en razón de sus actividades genera residuos sólidos, sea como productor, importador, distribuidor, comerciante o usuario.

También se considerará como generador al poseedor de residuos sólidos peligrosos, cuando no se pueda identificar al generador real y a los gobiernos municipales a partir de las actividades de recolección.

- **Gestión Ambiental:** La gestión ambiental es un proceso permanente y continuo, constituido por el conjunto estructurado de principios, normas técnicas, procesos y actividades, orientado a administrar los intereses, expectativas y recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental y alcanzar así, una mejor calidad de vida y el desarrollo integral de la población, el desarrollo de las actividades económicas y la conservación del patrimonio ambiental y natural del país.
- **Impacto Ambiental:** Se refiere a cualquier cambio, modificación o alteración de los elementos del medio ambiente o de las relaciones entre ellos, causada por una o varias acciones (proyecto, actividad o decisión). El sentido del término no involucra ninguna valoración del cambio, la que depende de juicios de valor.
- **Manejo Integral de Residuos Sólidos:** Es un conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplica a todas las etapas del manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, el aprovechamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos.
- **Minimización:** Acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora.
- **Reaprovechar:** Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de reaprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización.
- **Residuo Municipal:** Incluye distintos tipos de residuos sólidos generados en domicilios, comercios y en otras actividades que generen residuos similares a éstos.
- **Residuos No Peligrosos:** Son aquellos que al manipularse no representan riesgos a la salud y al ambiente.
- **Residuo Orgánico:** Se refiere a los residuos biodegradables o sujetos a descomposición.

- **Residuo Sólido:** Un residuo sólido, es toda sustancia u objeto que, una vez generado por la actividad humana, no se considera útil o se tiene la intención u obligación de deshacerse de él.
- **Residuos Peligrosos:** Son elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, al finalizar su vida útil adquieren la condición de residuos o desechos y que independientemente de su estado físico, representan un riesgo para la salud o el ambiente, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.
- **Reutilización:** Toda actividad que permita reaprovechar directamente el bien, artículo o elemento que constituye el residuo sólido, con el objeto de que cumpla el mismo fin para el que fue elaborado originalmente.
- **Segregación:** Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial.
- **Tratamiento:** Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.
- **Evaluación de Impacto Ambiental:** Instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo, que consiste en la identificación, predicción, evaluación y mitigación de los impactos ambientales y sociales que un proyecto de inversión produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos.
- **Manifiesto de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos:** Documento técnico administrativo que en la gestión de residuos del ámbito no municipal debe suscribirse por cada operación de traslado de residuos peligrosos fuera de instalaciones industriales o productivas, concesiones de extracción o aprovechamiento de recursos naturales y similares.
- **Plan de Manejo de Residuos Sólidos:** Documento técnico administrativo con carácter de declaración jurada, suscrito por el generador de residuos sólidos de ámbito de gestión no municipal, mediante el cual declara cómo va a manejar los residuos sólidos en el siguiente año.
- **Reciclaje:** Técnica de reaprovechamiento de residuos sólidos consistente en realizar un proceso de transformación de los residuos para cumplir con su fin inicial u otros

finés a efectos de obtener materias primas, permitiendo la minimización en la generación de residuos.

- **Recuperación:** Técnica de reaprovechamiento de residuos sólidos referida a volver a utilizar partes de sustancias o componentes que constituyen residuo sólido. Está permitido el internamiento de residuos sólidos provenientes del exterior en tanto éstos sean destinados, entre otros, a actividades de recuperación; previa autorización de DIGESA.
- **Registro:** Colección de datos relacionados entre sí, que se refieren a un tema u objeto específico y que son tratados como una unidad para propósitos de gestión y análisis de los datos.
- **Residuos Inorgánicos:** Los residuos inorgánicos son aquellos desechos de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural que, expuestos a las condiciones ambientales naturales, tarda mucho tiempo en degradarse, es decir, no vuelven a integrarse a la tierra, sino tras un largo periodo de tiempo. En otras palabras, no son biodegradables.
- **Plástico:** Son aquellos materiales que, compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura.

## **2.4 Marco Teórico**

### ***2.4.1 Variable 1: Tratamiento del plástico Reaprovechable***

#### ***2.4.1.1 El plástico***

Los plásticos son aquellos materiales que, compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura. Un elemento plástico, por lo tanto, tiene características diferentes a un objeto elástico.

Por lo general, los plásticos son polímeros que se moldean a partir de la presión y el calor. Una vez que alcanzan el estado que caracteriza a los materiales que solemos denominar como plásticos, resultan bastante resistentes a la degradación y, a la vez, son livianos. De este modo, los plásticos pueden emplearse para fabricar una amplia gama de productos.

El costo reducido de fabricación, su resistencia al deterioro, la impermeabilidad y la posibilidad de colorearlos en diferentes tonos son algunos de los motivos que hacen que los plásticos sean tan populares. Sin embargo, también experimentan diversas contras: muchos de ellos no son susceptibles de reciclaje, por lo que pueden contribuir a la contaminación; por otra parte, los plásticos no suelen resistir el calor excesivo, deritiéndose y liberando, en ocasiones, sustancias tóxicas.

**Historia:** El término plástico en su significado más general, se aplica a las sustancias de similares estructuras que carecen de un punto fijo de evaporación y poseen, durante un intervalo de temperaturas, propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido concreto, nombra ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación seminatural de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

La palabra plástico se usó originalmente como adjetivo para denotar un escaso grado de movilidad y facilidad para adquirir cierta forma, sentido que se conserva en el término plasticidad.

El invento del primer plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Phelan and Collarder ofreció una recompensa de 10 000 dólares a quien consiguiera un sustituto del marfil natural, destinado a la fabricación de bolas de billar. Una de las personas que compitieron fue el inventor norteamericano John Wesley Hyatt, quien desarrolló el celuloide

disolviendo celulosa (material de origen natural) en una solución de alcanfor y etanol. Hyatt consiguió un producto muy comercial que sería vital para el posterior desarrollo de la industria cinematográfica de finales del siglo XIX.

En 1909, el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland sintetizó un polímero de gran interés comercial a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Se le bautizó con el nombre de baquelita y fue el primer plástico totalmente sintético de la historia. Esta fue la primera de una serie de resinas sintéticas que revolucionaron la tecnología moderna iniciando la «era del plástico». A lo largo del siglo XX el uso del plástico se hizo popular y llegó a sustituir a otros materiales, tanto en el ámbito doméstico, como industrial y comercial.

En 1919 se produjo un acontecimiento que marcaría la pauta en el desarrollo de los materiales plásticos. El químico alemán Hermann Staudinger aventuró que estos se componían en realidad de moléculas gigantes o macromoléculas. Los esfuerzos realizados para probar estas afirmaciones iniciaron numerosas investigaciones científicas que produjeron enormes avances en esta rama de la química.

### **Propiedades y Características**

Los plásticos son sustancias químicas sintéticas, denominadas polímeros, de estructura macromolecular que puede ser moldeada mediante calor o presión y cuyo componente principal es el carbono. Estos polímeros son grandes agrupaciones de monómeros unidos mediante un proceso químico llamado polimerización. Los plásticos proporcionan el balance necesario de propiedades que no pueden lograrse con otros materiales, por ejemplo: color, poco peso, tacto agradable y resistencia a la degradación ambiental y biológica.

De hecho, "plástico" se refiere a un estado del material, pero no al material en sí: los polímeros sintéticos habitualmente llamados plásticos, son en realidad materiales sintéticos que pueden alcanzar el estado plástico, esto es cuando el material se

encuentra viscoso o fluido y no tiene propiedades de resistencia a esfuerzos mecánicos. Este estado se alcanza cuando el material en estado sólido se transforma al estado plástico, generalmente por calentamiento, en el que es ideal para los diferentes procesos productivos ya que es cuando el material puede ser manipulado de distintas formas. De modo que la palabra "plástico" es una forma de referirse a materiales sintéticos capaces de entrar en un estado plástico, pero "plástico" no es necesariamente el grupo de materiales a los que cotidianamente hace referencia esta palabra.

Las propiedades y características de la mayoría de los plásticos (aunque no siempre se cumplen en determinados plásticos especiales) son estas:

- Fáciles de trabajar y moldear,
- Tienen un bajo coste de producción,
- Poseen baja densidad,
- Suelen ser impermeables,
- Buenos aislantes eléctricos,
- Aceptables aislantes acústicos,
- Buenos aislantes térmicos, aunque la mayoría no resisten temperaturas muy elevadas,
- Resistentes a la corrosión y a muchos factores químicos;
- Algunos no son biodegradables ni fáciles de reciclar y, si se queman, son muy contaminantes.

### **Proceso Productivo**

La primera parte de la producción de plásticos consiste en la elaboración de polímeros en la industria química. Hoy en día la recuperación de plásticos por consumidor es esencial también. Parte de los plásticos utilizados por la industria se usan directamente en forma de grano o resina. Más frecuentemente, existen varias formas de procesado de plásticos. Una de ellas es la extrusión de perfiles o hilos, la cual permite generar un producto extenso y continuo. Otra forma de procesado es el moldeo (por inyección,

compresión, rotación, inflación, etc.). También existe el termo conformado, un proceso que usa un material termoplástico previamente producido a través del procesado de extrusión. Este tipo de procesado tiene diferentes variantes: termo conformado al vacío, a presión y el termo conformado mecánico.

Según el monómero base: En esta clasificación se considera el origen del monómero del cual parte la producción del polímero.

**Naturales:** Son los polímeros cuyos monómeros son derivados de productos de origen natural con ciertas características como, por ejemplo, la celulosa, la caseína y el caucho. Dentro de dos de estos ejemplos existen otros plásticos de los cuales provienen:

- Los derivados de la celulosa son: el celuloide, el celofán y el cellón.
- Los derivados del caucho son: la goma y la ebonita.

**Sintéticos:** Son aquellos que tienen origen en productos elaborados por el hombre, principalmente derivados del petróleo como lo son las bolsas de polietileno

Según su comportamiento frente al calor son:

**Termoplásticos:** es un plástico que, siendo plástico o deformable a temperatura ambiente, se convierte en líquido cuando se calienta y se endurece en un estado vítreo cuando se enfría suficiente. La mayor parte de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular, los cuales poseen cadenas asociadas por medio de débiles fuerzas de Van der Waals(polietileno), fuertes interacciones dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno, o incluso anillos aromáticos apilados (poliestireno). Los polímeros termoplásticos difieren de los polímeros termoestables en que, después de ser calentados y moldeados, pueden ser recalentados y formar otros objetos, ya que en el caso de los termoestables o termo duros, su forma después de enfriarse no cambia. Sus propiedades físicas cambian gradualmente si se funden y se moldean varias veces.

Los principales termoplásticos son:

- Resinas celulósicas: obtenidas a partir de la celulosa, el material constituyente de la parte leñosa de las plantas. Pertenece a este grupo el rayón.
- Polietilenos y derivados: Emplean como materia prima el etileno obtenido del craqueo del petróleo que, tratado posteriormente, permite obtener diferentes monómeros como acetato de vinilo, alcohol vinílico, cloruro de vinilo, etc. Pertenecen a este grupo el PVC, el poliestireno, el metacrilato, etc.
- Derivados de las proteínas: Pertenecen a este grupo el nailon y el perlón, obtenidos a partir de las diamidas.
- Derivados del caucho: Son ejemplo de este grupo los llamados comercialmente pliofilmes, clorhidratos de caucho obtenidos adicionando ácido clorhídrico a los polímeros de caucho.

**Termoestables:** Los plásticos termoestables son materiales que, una vez que han sufrido el proceso de calentamiento-fusión y formación-solidificación, se convierten en materiales rígidos que no vuelven a fundirse. Generalmente para su obtención se parte de un aldehído.

**Polímeros del fenol:** Son plásticos duros, insolubles e infusibles, pero, si durante su fabricación se emplea un exceso de fenol, se obtienen termoplásticos.

- Resinas epoxi.
- Resinas melamínicas.
- Baquelita.

**Aminoplásticos:** Polímeros de urea y derivados. Pertenece a este grupo la melamina.

**Poliésteres:** Resinas procedentes de la esterificación de polialcoholes que suelen emplearse en barnices. Si contienen ácido en exceso, se obtienen termoplásticos.

## Según la reacción de síntesis

También pueden clasificarse según la reacción que produjo el polímero:

a) Polímeros de adición: Implican siempre la ruptura o apertura de una unión del monómero para permitir la formación de una cadena. En la medida que las moléculas son más largas y pesadas, la cera parafínica se vuelve más dura y más tenaz. Ejemplo:



b) Polímeros de condensación: Son aquellos donde los monómeros deben tener, por lo menos, dos grupos reactivos por monómero para darle continuidad a la cadena. Ejemplo:  
 $\text{R}-\text{COOH} + \text{R}'-\text{OH} \rightarrow \text{R}-\text{CO}-\text{OR}' + \text{H}_2\text{O}$

c) Polímeros formados por etapas: La cadena de polímero va creciendo gradualmente mientras haya monómeros disponibles, añadiendo un monómero cada vez. Esta categoría incluye todos los polímeros de condensación de Carothers y además algunos otros que no liberan moléculas pequeñas, pero sí se forman gradualmente, como por ejemplo los poliuretanos.

## Según su estructura molecular

**Amorfos:** Son amorfos los plásticos en los que las moléculas están dispuestas desordenadamente y no presentan ningún tipo de orden. Al no existir orden entre cadenas se crean huecos por los que pasa la luz, razón por la que los polímeros amorfos son transparentes.

**Semicristalinos:** Los polímeros semicristalinos Tienen zonas con cierto tipo de orden junto con zonas amorfas. En este caso al tener un orden existen menos huecos entre cadenas por lo que no pasa la luz a no ser que posean un espesor pequeño.

**Cristalizables:** Según la velocidad de enfriamiento, puede disminuirse (enfriamiento rápido) o incrementarse (enfriamiento lento) el porcentaje de cristalinidad de un polímero semicristalino, sin embargo, un polímero amorfo, no presentará cristalinidad, aunque su velocidad de enfriamiento sea extremadamente lenta.

**Comodities:** Son aquellos que tienen una fabricación, disponibilidad y demanda mundial, un rango de precios internacional y no requieren gran tecnología para su fabricación y procesamiento.

**De ingeniería:** Son los materiales que se utilizan de manera muy específica, creados prácticamente para cumplir una determinada función; requieren tecnología especializada para su fabricación o su procesamiento y son de precio relativamente alto.

**Elastómeros o cauchos:** Los elastómeros se caracterizan por su gran elasticidad y capacidad de estiramiento y rebote, recuperando su forma original una vez que se retira la fuerza que los deformaba. Comprenden los cauchos naturales obtenidos a partir del látex natural y los sintéticos; entre estos últimos se encuentran el neopreno y el polibutadieno.

Los elastómeros son materiales de moléculas grandes, las cuales después de ser deformadas a temperatura ambiente, recobran en mayor medida su tamaño y geometría al ser liberada la fuerza que los deformó.

### **Codificación de plásticos**

Existe una gran variedad de plásticos y para clasificarlos, se usa un sistema de codificación que se muestra en la (Figura 2). Los productos llevan una marca que consiste en el símbolo internacional de reciclado  con el código correspondiente en medio según el material específico. El objetivo principal de este código es la identificación del tipo de polímero del que está hecho el plástico para su correcto reciclaje.

El número presente en el código, está designado arbitrariamente para la identificación del polímero del que está hecho el plástico y no tiene nada que ver con la dificultad de reciclaje ni dureza del plástico en cuestión.

### Tipos de Plásticos:

Figura 2: Codificación internacional para los distintos plásticos

Termoplásticos		Aplicaciones	Usos después del reciclado	
Polietileno tereftalato	PET	 PET	Botellas, envasado de productos alimenticios, moquetas, refuerzos neumáticos de coches.	Textiles para bolsas, lonas y velas náuticas, cuerdas, hilos
Polietileno alta densidad	PEAD	 PE-HD	Botellas para productos alimenticios, detergentes, contenedores, juguetes, bolsas, embalajes y film, laminas y tuberías.	Bolsas industriales, botellas detergentes, contenedores, tubos
Polietileno de baja densidad	PEBD	 PE-LD	Film adhesivo, Bolsas, revestimientos de cubos, recubrimiento contenedores flexibles, tuberías para riego,	Bolsas para residuos, e industriales, tubos, contenedores, film uso agrícola, vallado
Policloruro de vinilo	PVC	 PVC	Marcos de ventanas, tuberías rígidas, revestimientos para suelos, botellas, cables aislantes, tarjetas de crédito, productos de uso sanitario,	Muebles de jardín, tuberías, vallas, contenedores
Polipropileno	PP	 PP	Envases para productos alimenticios, Cajas, tapones, piezas de automoviles, alfombras y componentes eléctricos.	Cajas múltiples para transporte de envases, sillas, textiles
Poliestireno	PS	 PS	Botellas, vasos de yogures, recubrimientos	Aislamiento térmico, cubos de basura, accesorios oficina

Fuente: Foro Arduino.cc

**PET (Polietileno tereftalato).** El PET se utiliza principalmente en la producción de botellas para bebidas. A través de su reciclado se obtiene principalmente fibras para relleno de bolsas de dormir, alfombras, cuerdas y almohadas.

**HDPE (Polietileno de alta densidad).** El HDPE normalmente se utiliza en envases de leche, detergente, aceite para motor, etc. El HDPE tras reciclarse se utiliza para macetas, contenedores de basura y botellas de detergente.

**PVC (Cloruro de polivinilo).** El PVC es utilizado en botellas de champú, envases de aceite de cocina, artículos de servicio para casas de comida rápida, etc. El PVC puede ser reciclado como tubos de drenaje e irrigación.

**LDPE (Polietileno de baja densidad).** El LDPE se encuentra en bolsas de supermercado, de pan, plástico para envolver. El LDPE puede ser reciclado como bolsas de supermercado nuevamente.

**PP (Polipropileno).** El PP se utiliza en la mayoría de recipientes para yogurt, sorbetes, tapas de botella, etc. El PP tras el reciclado se utiliza como viguetas de plástico, peldaños para registros de drenaje, cajas de baterías para autos.

**PS (Poliestireno).** El PS se encuentra en tazas desechables de bebidas calientes y bandejas de carne. El PS puede reciclarse en viguetas de plástico, cajas de cintas para casetes y macetas.

**OTROS.** Generalmente indica que es una mezcla de varios plásticos. Algunos de los productos de este tipo de plástico son: botellas de ketchup para exprimir, platos para hornos de microondas, etc. Estos plásticos no se reciclan porque no se sabe con certeza qué tipo de resinas contienen.

## **Reciclado**

Los desechos plásticos no son susceptibles de asimilarse de nuevo en la naturaleza. Debido a esto, se ha establecido el reciclado de los productos de plástico, lo que consiste básicamente en recolectarlos, limpiarlos, seleccionarlos por tipo de material y fundirlos de nuevo para su uso como materia prima adicional, alternativa o sustituta, para el moldeado de otros productos.

De esta forma la humanidad ha encontrado una forma adecuada para luchar contra la contaminación de productos que, por su composición, materiales o componentes, no son

fáciles de desechar de forma convencional. Su efectividad y aceptación social se pueden considerar discutibles.

Se pueden salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables cuando en los procesos de producción se utilizan materiales "reciclados". En correcto uso, estos materiales reciclados pueden evitar la sobreexplotación de recursos aun considerados renovables, como los bosques, evitando impactos graves para los ecosistemas como la deforestación, erosión y desertificación. La utilización de productos reciclados disminuye el consumo de energía. Cuando se consumen menos combustibles fósiles, se genera menos dióxido de carbono y se previene el efecto invernadero. Además, la producción de otros gases nocivos provenientes de dichas combustiones también se reduce, tales como los óxidos de azufre y nitrógeno productores de la lluvia ácida o la contaminación de ozono troposférico.

Desde el punto de vista financiero un buen proceso de reciclaje es capaz de generar ingresos. Por lo anteriormente expuesto, se hace ineludible mejorar y establecer nuevas tecnologías en cuanto a los procesos de recuperación de plásticos y buscar solución a este problema tan nocivo para la sociedad y que día a día va en aumento deteriorando al medio ambiente. En las secciones siguientes se plantea el diseño de un fundidor para polietileno de baja densidad, su uso, sus características, recomendación y el impacto positivo que proporcionará a la comunidad.

Algunos plásticos no son recuperables, como el poliestireno cristal o la baquelita.

### **Antecedentes de la problemática de contaminación: Problemas relacionados con el plástico**

En la vida moderna el plástico ha constituido un fenómeno de indudable trascendencia. Hoy en día el hombre vive rodeado de objetos plásticos que en siglos anteriores no eran necesarios para la vida cotidiana. Los plásticos se han fabricado para satisfacer las demandas de una gran variedad de usos, dando lugar a una vasta industria donde la

civilización debería llamarse la civilización del plástico, debido al papel determinante que ha desempeñado este material en su desarrollo, en el mejoramiento de las condiciones de la vida del hombre y el acelerado crecimiento de la ciencia y la tecnología.

En general, las personas tienen muy poco conocimiento sobre lo que es un plástico, cómo se obtiene, cuáles son los tipos de plástico y sus aplicaciones, y cuáles son los procesos de transformación del mismo. Estas informaciones son importantes para quienes trabajan en la comercialización de plásticos, e industrias de producción o transformación del plástico, o apenas curiosos por el asunto. De tal forma surge como necesidad en este proyecto mostrar a una parte importante de la población las graves consecuencias del mal uso del plástico que va desde la manera de obtención, hasta los procesos que se utilizan para reciclarlos.

Cabe destacar que el plástico es una sustancia muy importante para el desarrollo de la industria ya que su material sintético o natural que contiene como ingredientes esenciales sustancias orgánica de elevada masa molecular llamada polímero.

### **Problemas medioambientales**

Actualmente estos plásticos son muy utilizados como envases o envolturas de sustancias o artículos alimenticios que, al desecharse sin control, tras su utilización, han originado gigantescos basureros marinos, como la llamada «sopa de plástico», el mayor vertedero del mundo.

De este modo, surge el problema asociado a la contaminación ambiental, muchas veces producto del desecho de los plásticos de alta y baja densidad. Las características moleculares (tipos de polímeros) del plástico contribuyen a que presenten una gran resistencia a la degradación ambiental y con mayor razón a la biodegradación. La radiación UV del sol es la única forma de degradación natural que hace sentir sus efectos en el plástico a mediano plazo, destruyendo los enlaces poliméricos y tornándolo frágil y quebradizo.

Como es evidente el desecho acumulativo de estos plásticos al ambiente trae graves consecuencias a las comunidades como lo son las enfermedades entre las cuales se encuentra el dengue; producido por el acumulamiento de basura y estancamiento de aguas negras sirviendo estos como criaderos de los zancudos patas blancos. Entre otras de las consecuencias importantes se pueden mencionar son las obstrucciones de las tuberías de aguas negras. Aunado a ello el desecho de estos materiales plásticos al ambiente provoca la disminución del embellecimiento de algunas áreas, establecimientos, municipios, ciudades y estados.

Los plásticos arrojados al mar que presentan flotabilidad son un gran problema en las zonas de calmas ecuatoriales, ya que se van reuniendo en esos sectores acumulándose en grandes cantidades.

Muchas de las ventajas de los productos plásticos se convierten en una desventaja en el momento que desechamos ya sea el envase porque es descartable o bien cuando tiramos objetos de plástico porque se han roto.

Si bien los plásticos podrían ser reutilizados o reciclados en su gran mayoría, lo cierto es que hoy estos desechos son un problema de difícil solución, fundamentalmente en las grandes ciudades. Es realmente una tarea costosa y compleja para los municipios encargados de la recolección y disposición final de los residuos ya que a la cantidad de envases se le debe sumar el volumen que representan.

Por sus características los plásticos generan problemas en la recolección, traslado y disposición final. Algunos datos nos alertan sobre esto. Por ejemplo, un camión con una capacidad para transportar 12 toneladas de desechos comunes, transportará apenas cinco o seis toneladas de plásticos compactados, y apenas dos de plástico sin compactar.

Dentro del total de plásticos descartables que hoy van a la basura se destaca en los últimos años el aumento sostenido de los envases de PET, proveniente fundamentalmente de botellas descartables de aguas de mesa, aceites y bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Las empresas vienen sustituyendo los envases de vidrio

por los de plástico retornables en un comienzo, y no retornables posteriormente. Esta decisión implica un permanente cambio en la composición de la basura. En Uruguay este proceso se ha acelerado desde mediados de 1996, agravándose durante 1997 cuando, además, muchos envases retornables de vidrio se transformaron en vidrio descartable.

De esta manera, resulta claro que el abandono de estos materiales al medio ambiente representa un grave problema ambiental.

Por consiguiente, existe la inquietud de elaborar un equipo con la capacidad de recuperar dichos plásticos que han sido desechados por la sociedad, los cuales son considerados no reutilizables.

De este modo surge como propósito diseñar un equipo que utilice energía térmica por inducción fundiendo el polietileno de baja densidad que se encuentren depositados en el mismo, una vez fundidos, aglomerados y en estado líquido pasan a ser vertidos a un molde para elaborar otros productos que serán utilizados en otras aplicaciones.

Un material candidato a sustituir al petróleo es el cáñamo, utilizable para todos los usos petroquímicos, pero que además es 100 % biodegradable y altamente reciclable.

Análisis de los componentes químicos del plástico y sus efectos negativos al ambiente

El plástico en la actualidad es uno de los retos más importantes para los gobiernos en el tema del cuidado del medioambiente. Esto sucede ya que la mayoría de nuestros alimentos y bebidas son envasados con productos plásticos o derivados del mismo.

Por esta razón la producción de este tipo de materiales aumenta de manera exponencial cada año, afectando de manera directa e indirecta a todos los seres humanos y al medio ambiente.

La forma más obvia de la contaminación asociada a los envases de plástico se produce al desechar estos productos a los vertederos. Los plásticos son muy estables y por lo tanto permanecen en el ambiente mucho tiempo después de que se descartan, sobre todo si se encuentran protegidos de la luz solar directa al ser enterrados en los vertederos. Las tasas de descomposición se reducen aún más por los antioxidantes que los fabricantes añaden comúnmente a los envases para mejorar su resistencia contra los contenidos ácidos.

Los plásticos también suponen una carga química grande en el medio ambiente. Análisis realizados por diferentes asociaciones de protección ambiental muestran que la mayoría de las emisiones tóxicas presentes en el aire, provocadas por las industrias del plástico contribuyen con el 14% del total de las mismas. De los diez principales fabricantes, siete efectuaron productos de espuma de plástico.

Liberaciones significativas de sustancias químicas tóxicas incluyen:

- Tricloroetano
- Acetona
- Cloruro de metileno
- Metil etil cetona
- Estireno
- Tolueno
- Benceno
- Tricloroetano

Otras principales emisiones de los procesos de producción de plástico incluyen óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, metanol, óxido de etileno, y compuestos orgánicos volátiles.

Otros contaminantes relacionados a la producción de plásticos menos visible, pero muy grave es la contaminación generada por la producción de resina plástica. Cuando se

polimeriza etileno, la mezcla reactiva resultante se lava con soluciones cáusticas acuosas diluidas que se convierten en contaminantes de alto volumen.

El proceso de refinación utiliza métodos de minimización de residuos, pero las emisiones al aire de fuentes puntuales siguen siendo altas debido a las dificultades inherentes en el manejo de grandes flujos de gases a presión. La fabricación de resina de PET genera más emisiones tóxicas (níquel, etilbenceno, óxido de etileno, benceno) que la fabricación de vidrio.

La producción de una 16 oz Botellas de PET genera 100 veces más emisiones tóxicas al aire y el agua que haciendo botellas de vidrio del mismo tamaño.

### **Peligros para los trabajadores**

La producción de plásticos puede ser peligrosa para los trabajadores, también. Los accidentes graves han incluido explosiones, fuegos químicos, derrames químicos, y las nubes de vapores tóxicos. Este tipo de sucesos han causado muertes, lesiones, evacuaciones y daños materiales considerables.

Efectos negativos en la salud: Además de crear problemas de seguridad durante la producción, muchos aditivos químicos que llevan los productos de plástico también tienen efectos negativos sobre la salud humana y el ambiente. Estos efectos incluyen la toxicidad directa, como en los casos de plomo, cadmio y mercurio; o carcinógenos, como en el caso de fosfato hexilodietílico. Las personas están expuestas a estas sustancias químicas no sólo durante la fabricación, sino también mediante el uso de envases de plástico, ya que algunos productos químicos se difunden (migrar) a los alimentos que contienen a partir del polímero.

## **Reducción de los desechos plásticos**

Los programas de recolección de plástico en la acera son impulsados en parte por el deseo de minimizar los residuos sólidos urbanos. De hecho, la mayor legislación sobre envases desechados se ha centrado en la creación de mecanismos que puedan desviar los residuos plásticos municipales de los incineradores o vertederos. Estas iniciativas incluyen leyes de depósito de contenedores y leyes sobre el uso de vertederos de reducción.

Los residuos de envases y embalajes suponen una gran problemática ambiental dado su constante incremento como consecuencia del actual estilo de vida y el gran volumen que ocupan (un camión con capacidad para transportar 12 toneladas de residuos mezcla, apenas puede transportar 2 toneladas de plástico sin compactar).

## **Degradación**

Es un proceso por el cual los materiales se van reintegrando a la naturaleza debido a la acción de algunos factores como la temperatura, humedad y ciertos microorganismos.

## **Plásticos Reaprovechables**

Para esta investigación, no todos los plásticos son reaprovechables, dado que dentro del proceso de la construcción no se utilizan todos los tipos de plásticos enunciados anteriormente o en su defecto, los que sí se presentan dentro del proceso constructivo, pueden sufrir contaminación con agentes que no permiten su reaprovechamiento o, no cumplen con la densidad necesaria para el proceso de transformación.

A continuación, se detalla los plásticos que serán usados para la elaboración de ladrillos y sus características:

## **PLASTICO PET (Botellas de bebidas, botellas de agua, etc.)**

El plástico PET, o polietileno tereftalato-poliéster, es un polímero plástico que se obtiene a partir del etileno y el paraxileno. Puede ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termo formado.

Es un material lineal, con una gran transparencia y dureza, muy resistente, tanto al desgaste y a los productos químicos, como al impacto, a la rotura y al fuego. Además, hay que sumarle que es totalmente reciclable y respetuoso con el medio ambiente. A la par que genera poco humo no tóxico y no emite sustancias tóxicas que contaminen en los vertederos, actúa como barrera contra los gases.

Podemos distinguir tres tipos, según su grado, de plástico PET:

**Textil.** Comenzó para reemplazar las fibras naturales, como el algodón o el lino, siendo el primer uso en el mundo industrial.

**Film.** Alguno de sus usos más integrados en la sociedad son las películas fotográficas y de audio o rayos X.

**Botella.** Principalmente envases, al tratarse de un material que puede estar en contacto con bebidas y alimentos, y que ayuda a conservar el aroma y sabor de los mismos.

Las botellas de plástico se fabrican en gran variedad de materiales, escogidos en función de su aplicación.

**Polietileno de Alta Densidad. PEAD.** Es la resina más extendida para la fabricación de botellas. Este material es económico, resistente a los impactos y proporciona una buena barrera contra la humedad. PEAD es compatible con una gran variedad de productos que incluyen ácidos y cáusticos, aunque no con solventes. PEAD es naturalmente translúcido y flexible. La adición de color puede convertirlo en opaco, pero no en un material brillante. Si bien proporciona buena protección en temperaturas bajo el nivel de

congelación, no puede ser utilizado para productos por encima de 71.1 °C o para productos que necesitan un sellado hermético.

**Polietileno de baja densidad.** La composición del PEBD es similar al PEAD. Es menos rígido y, generalmente, menos resistente químicamente pero más traslúcido. También es significativamente más barato que el PEAD. PEBD se usa fundamentalmente, para bebidas.

**El politereftalato de etileno (PET).** se usa habitualmente para bebidas carbonatadas y botellas de agua, el PET proporciona propiedades barreras muy buenas para el alcohol y aceites esenciales, habitualmente buena resistencia química –aunque acetonas y ketonas atacan el PET– y una gran resistencia a la degradación por impacto y resistencia a la tensión. El proceso de orientación sirve para mejorar las propiedades de barrera contra gases y humedad y resistencia al impacto. Este material no proporciona resistencia a aplicaciones de altas temperaturas —max. temp. 160 °F (71.1 °C).

**Policloruro de vinilo.** PVC es naturalmente claro, tiene gran resistencia a los aceites y muy baja transmisión al oxígeno. Proporciona una barrera excelente a la mayoría de los gases y su resistencia al impacto por caída también es muy buena. Este material es resistente químicamente pero vulnerable a solventes. PVC es una elección excelente para el aceite de ensalada, aceite mineral y vinagre. También se usa habitualmente para champús y productos cosméticos. PVC exhibe poca resistencia a temperaturas altas y se degrada a 160 °F (71.1 °C) haciéndolo incompatible con productos calientes.

**Polipropileno.** El polipropileno (PP) se usa sobre todo para jarras y cierres y proporciona un embalaje rígido con excelente barrera a la humedad. Una de las mayores ventajas del polipropileno es su estabilidad a altas temperaturas, hasta 200 °F. El polipropileno ofrece potencial para esterilización con vapor. La compatibilidad del PP con altas temperaturas explica su uso para productos calientes tales como el sirope. PP tiene excelente resistencia química, pero tiene escasa resistencia al impacto en temperaturas frías.

**Poliestireno.** Ofrece excelente claridad y rigidez a un coste económico. Generalmente, se usa para productos secos como vitaminas, gelatina de petróleo o especias. El poliestireno no proporciona buenas propiedades barrera y muestra poca resistencia al impacto.

- Fluorine Treated FT
- Post Consumer Resin (PCR).
- K-Resin SBC.

**Plástico PVC (Tubos y cañerías, cables eléctricos, envases de detergente, etc.).** Es la denominación por la cual se conoce el policloro de vinilo, un plástico que surge a partir de la polimerización del monómero de cloroetileno (también conocido como cloruro de vinilo). Los componentes del PVC derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo, e incluyen cloro, hidrógeno y carbono.

En su estado original, el PVC es un polvo amorfo y blanquecino. La resina resultante de la mencionada polimerización es un plástico que puede emplearse de múltiples maneras, ya que permite producir objetos flexibles o rígidos.

Una de las propiedades más interesantes del PVC es que resulta termoplástico:

- Al ser sometido al calor, se vuelve blando y se puede moldear con facilidad.
- Al enfriarse, recupera la solidez anterior sin perder la nueva fisonomía.

Otros de los principales rasgos del PVC, son:

- Es muy resistente a la abrasión (el desgaste que se da a causa de la fricción entre dos superficies).
- Su densidad es baja, de 1,4 g/cm<sup>3</sup>.
- Es también bastante resistente al impacto y a la influencia de fuerzas externas (fuerza mecánica), lo cual lo vuelve muy adecuado para su uso en los ámbitos de la construcción y la edificación.
- Es muy versátil y admite la combinación con un gran número de aditivos.
- Es un buen aislante y por eso se utiliza para la protección de cables eléctricos, tanto en hogares como oficinas e incluso en el ámbito industrial.

- Es inerte y estable, razón por la cual se usa mucho en productos que tienen como prioridad la higiene, como ser las bolsas para sangre y hemoderivados, las tuberías para transportar agua potable y los catéteres.
- Es un material muy duradero, como se puede apreciar en productos tales como marcos de ventanas y puertas o tuberías, algunos de los cuales se mantienen en buen estado durante más de seis décadas.
- No se prende fuego con facilidad ni es propenso a la auto combustión, gracias a los átomos de cloro que lo componen. Además, en caso de incendio, el fuego desaparece cuando se retira la fuente de calor.
- Posee un valor energético alto, algo que se aprovecha en los sistemas de combustión modernos, que aprovechan el PVC para aportar calor y energía.
- Puede conseguirse en varios grados de dureza.
- Su instalación es accesible a nivel monetario.
- Resiste muy bien la corrosión.

### **Tratamiento del plástico, agente no contaminante**

A fines del siglo XX el precio del petróleo disminuyó y de la misma manera decayó el interés por los plásticos biodegradables. En los últimos años esta tendencia se ha revertido; además de producirse un aumento en el precio del petróleo, se ha tomado mayor conciencia de que las reservas petroleras se están agotando de manera alarmante. Dentro de este contexto, se observa un marcado incremento en el interés científico e industrial en la investigación para la producción de plásticos biodegradables o EDPs (environmentally degradable polymers and plastics). La fabricación de plásticos biodegradables a partir de materiales naturales, es uno de los grandes retos en diferentes sectores; industriales, agrícolas, y de materiales para varios servicios. Ante esta perspectiva, las investigaciones que involucran a los plásticos obtenidos de otras fuentes han tomado un nuevo impulso y los polihidroxicanoatos aparecen como una alternativa altamente prometedora.

La sustitución de los plásticos actuales por plásticos biodegradables es una vía por la cual el efecto contaminante de aquellos, se vería disminuido en el medio ambiente. Los desechos de plásticos biodegradables pueden ser tratados como desechos orgánicos y eliminarlos en los depósitos sanitarios, donde su degradación se realice en exiguos períodos de tiempo.

Los polímeros biodegradables se pueden clasificar de la siguiente manera:

Polímeros extraídos o removidos directamente de la biomasa: polisacáridos como almidón y celulosa. Proteínas como caseína, queratina, y colágeno.

Polímeros producidos por síntesis química clásica utilizando monómeros biológicos de fuentes renovables.

Polímeros producidos por microorganismos, bacterias productoras nativas o modificadas genéticamente.

Dentro de la última categoría se hallan los plásticos biodegradables producidos por bacterias, en este grupo encontramos a los PHAs y al ácido poliláctico (PLA).

Los PHAs debido a su origen de fuentes renovables y por el hecho de ser biodegradables, se denominan “polímeros doblemente verdes”. El PLA, monómero natural producido por vías fermentativas a partir de elementos ricos en azúcares, celuloso y almidón, es polimerizado por el hombre.

Los bioplásticos presentan propiedades fisicoquímicas y termoplásticas iguales a las de los polímeros fabricados a partir del petróleo, pero una vez depositados en condiciones favorables, se biodegradan.

**Ácido poliláctico (PLA):** El almidón es un polímero natural, un gran hidrato de carbono que las plantas sintetizan durante la fotosíntesis que sirve como reserva de energía. Los cereales como el maíz y trigo contienen gran cantidad de almidón y son la fuente principal para la producción de PLA. Los bioplásticos producidos a partir de este polímero tienen la característica de una resina que puede inyectarse, extruirse y termo formarse.

La producción de este biopolímero empieza con el almidón que se extrae del maíz, luego los microorganismos lo transforman en una molécula más pequeña de ácido láctico o 2 hidroxipropiónico (monómero), la cual es la materia prima que se polimeriza formando cadenas, con una estructura molecular similar a los productos de origen petroquímico, que se unen entre sí para formar el PLA.

El PLA es uno de los plásticos biodegradables actualmente más estudiados y se encuentra disponible en el mercado desde 1990. Es utilizado en la fabricación de botellas transparentes para bebidas frías, bandejas de envasado para alimentos, y otras numerosas aplicaciones.

**Polihidroxialcanoatos:** Los PHAs son producidos generalmente por bacterias Gram negativas, aunque existen bacterias Gram positivas también productoras en menor escala. El primer PHA descubierto fue el PHB, que fue descrito en el instituto Pasteur en 1925 por el microbiólogo Lemoigne quien observó la producción de PHB por *Bacillus megaterium*. Posteriormente, en 1958 Macrae e Wildinson observaron que *Bacillus megaterium* acumulaba el polímero cuando la relación glucosa/nitrógeno en el medio de cultivo no se encontraba en equilibrio y observaron su degradación cuando existía falta o deficiencia de fuentes de carbono o energía. A partir de este hecho, se encontraron inclusiones de PHA en una extensa variedad de especies bacterianas. En la actualidad se conocen aproximadamente 150 diferentes polihidroxialcanoatos.

La primera patente de PHB fue solicitada en los Estados Unidos por J. N. Baptist en 1962. En 1983 ocurrieron dos acontecimientos importantes primero fue el descubrimiento por De Smet, de una cepa de *Pseudomonas oleovorans* (ATCC 29347) productora de PHB, y consecutivamente se dio la primera producción del primer biopoliéster de uso comercial. Un copolímero formado por monómeros de cuatro y cinco carbonos, denominados PHB y PHV, respectivamente; este producto se denominó comercialmente "Biopol" y se produce utilizando *Ralstonia eutropha*, a partir de glucosa y ácido propiónico. Este bioplástico en la actualidad ya es sintetizado a partir de una sola fuente

de carbono en bacterias recombinantes; exhibe un alto potencial de biodegradabilidad y propiedades termo mecánicas mejores que el PHB puro.

En general los PHAs son insolubles en agua, biodegradables, no tóxicos, por lo cual uno de los principales beneficios que se obtienen de la aplicación de PHAs, es el ambiental. La utilización de estos productos reduce la dependencia del petróleo por parte de la industria plástica, provoca una disminución de los residuos sólidos y se observaría una reducción de la emisión de gases que provocan el efecto invernadero.

Los puntos de interés en cuanto a aplicaciones de bioplásticos, de acuerdo con la IBAW (Asociación Internacional y Grupo de Trabajo de Polímeros Biodegradables), se centran en los sectores de empaque, medicina, agricultura y productos desechables. Sin embargo, con el avance de esta industria se ha ampliado la utilización de biomateriales, los cuales se aplican en teléfonos celulares, computadores o dispositivos de audio y video. De acuerdo a esta información se ha establecido que el 10 % de los plásticos que actualmente se emplean en la industria electrónica pueden ser reemplazados por biopolímeros.

**Madera plástica:** Otra de las soluciones que se han planteado ante la acumulación de residuos plásticos ha sido la madera plástica. Esta ha sido una innovación desde hace ya una década, surgiendo del abandono de desperdicio de madera como tarimas de carga, muebles deteriorados y desde luego la acumulación de desechos plásticos en nuestros vertederos. Los materiales compuestos de madera (MCM) y plástico son materiales formados generalmente por plástico reciclado y maderas como pino, cedro, etc. Su composición tiene una mezcla plástica continua denominada matriz (incluye PE, PP, PVC, etc.) y otra constituida de fibra o polvo de madera. Ambas son construidas en hornos a 230°C para la fusión de ambas. Además de fibras de madera y plástico, pueden contener otros materiales de relleno (ligno-celulósico o inorgánico). Por otro lado, algunas fibras que pueden sustituir un porcentaje de la madera o/y el plástico pueden ser rellenos a base de fibras, ejemplo fibras de celulosa, cáscara de maní, bambú, paja, etc.

Además, cabe resaltar que se ha disminuido la tala de árboles para la construcción de muebles para el hogar y cocina, haciendo estos materiales ecológicos y más duraderos en comparación con los elaborados de madera en su totalidad.

Este tipo de madera es utilizada para elaborar bases para pizarrones escolares, escritorios, etc.

Respecto a la madera natural tiene ventajas tales como:

- No es atacada por los insectos xilófagos.
- No se pudre con la humedad.
- No obstante, también tiene el inconveniente de que ciertos solventes como el benceno, el hexano y algunas cetonas (diluyentes de barniz) pueden atacarla.

#### **2.4.2 Variable 2: Diseño para la elaboración de Ladrillos**

Se aplicará una metodología integrada de Investigación – Acción, descrita de la siguiente manera por el Arq. Horacio Berretta: “La metodología integrada de Investigación – Acción implica la ejecución interdisciplinaria y grupal de tareas de gabinete y campo, con evaluaciones cíclicas capaces de ir generando un retorno para retroalimentación de la investigación” (Berretta, 1987).

La Tecnología desarrollada en CEVE con plástico reciclado.

En el curso de esta investigación se han obtenido elementos constructivos de las siguientes medidas:

Ladrillo: 5,5 cm. x 26,2 cm. x 12,5 cm. (ver Fig. 3).

Bloque: 20 cm. x 20,5 cm. x 40 cm. (ver Fig. 3).

Placa de ladrillos: 240 cm. x 28 cm. x 5,6 cm. (ver Fig. 3).

El procedimiento de elaboración de los mampuestos es similar al de los bloques de mortero de cemento, reemplazando la arena gruesa por los plásticos triturados.

**Los plásticos que se utilizan son:** PET (Polietilen-tereftalato), procedentes de envases descartables de bebidas (residuo posconsumo); PE (polietileno), BOPP (polipropileno bio-orientado) y PVC (cloruro de polivinilo), estos últimos procedentes de envoltorios de alimentos (residuo de fábrica por problemas de espesor o entintado).

El ligante que se utiliza es cemento Portland común. En el agua de mezclado se incorporan aditivos químicos que mejoran las propiedades técnicas.

La máquina que se utiliza para la postura de los mampuestos es una bloquera como la que se emplea para bloques de mortero de cemento, con un molde adaptado en el caso de la fabricación de ladrillos.

Luego de la postura, se dejan en reposo los mampuestos durante un día y se los moviliza hasta una pileta de curado con agua, en donde permanecen diez días. Después de este tiempo, se los retira y pueden ser almacenados en pilas a cubierto. A los 28 días de haber sido elaborados pueden ser llevados a obra para su uso en mamposterías de elevación, o en el caso de los ladrillos, para fabricar placas.

Las mismas deben ser revocadas con mortero común de albañilería (revoque grueso y fino), para evitar su deterioro a la intemperie.

Figura 3 Elementos constructivos fabricados con plásticos reciclados

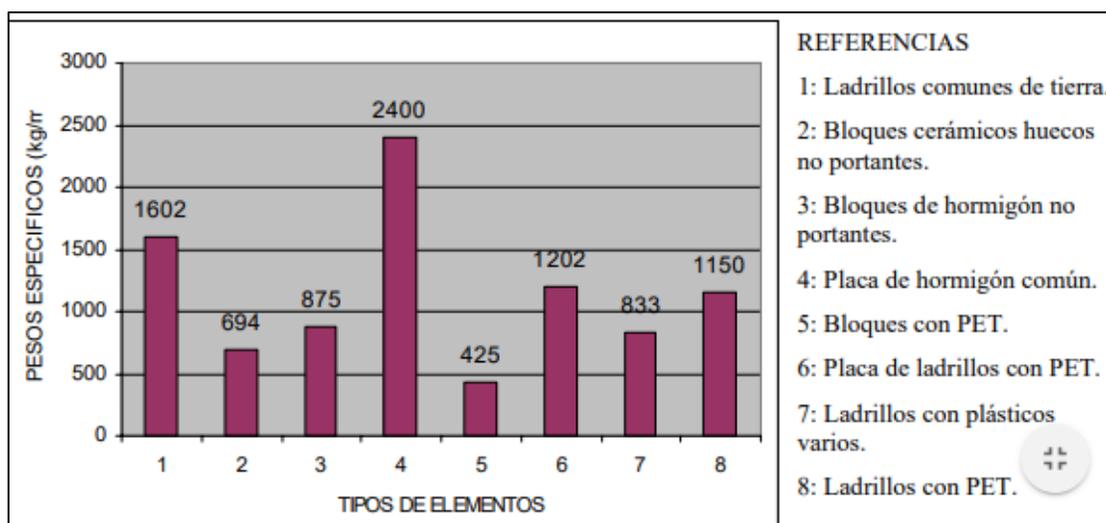


Fuente: Repositorio de tesis. Agregado alternativo para fabricación de bloques y adoquines en base a polietilen-tereftalato. Ecuador.

## Análisis de resultados

• **Peso específico:** Es menor al de otros componentes constructivos tradicionales que se usan para la misma función, lo cual permite abaratar en traslados y en cimientos (ver Figura 4).

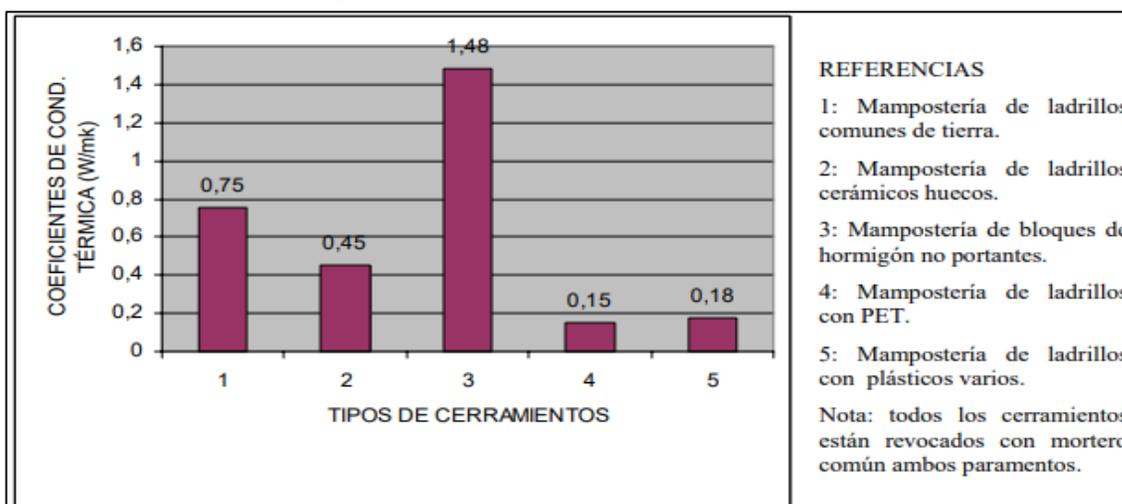
Figura 4: Pesos específicos de elementos constructivos



Fuente: Artículo Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción/ Rosana Gaggino.

• **Conductividad térmica:** Proveen una excelente aislación térmica, superior a la de otros componentes constructivos tradicionales (ver Figura 5). Se pueden utilizar en cerramientos con un espesor menor, obteniendo el mismo confort térmico. Esto permite abaratar costos.

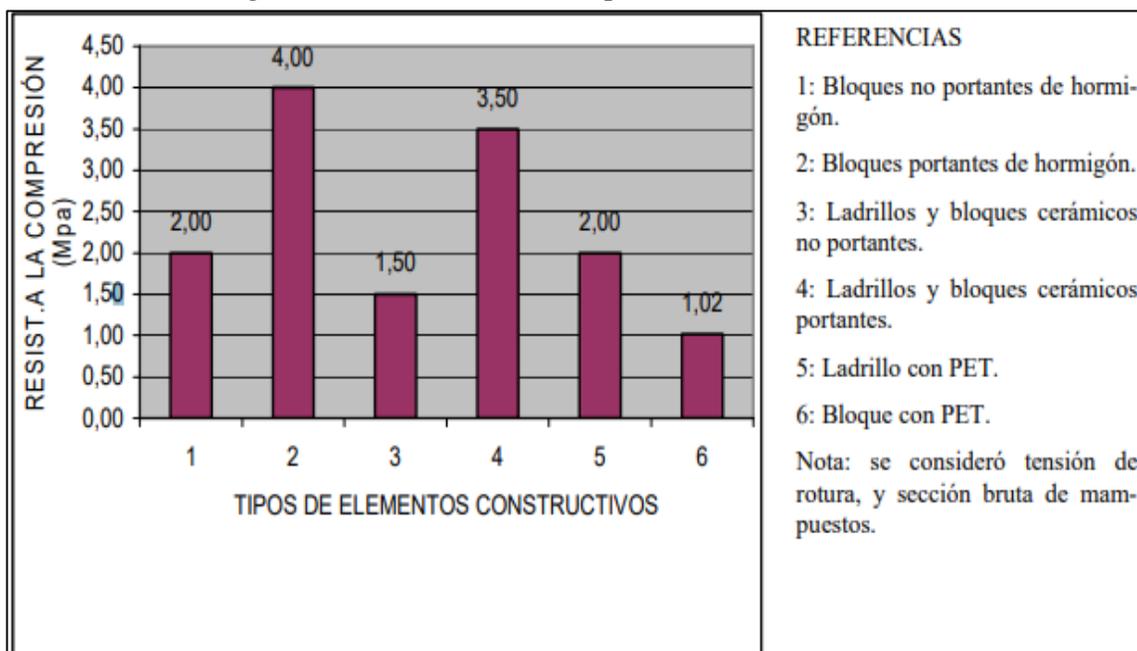
Figura 5: Conductividad térmica de cerramientos



Fuente: Artículo Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción/ Rosana Gaggino.

- **Resistencia mecánica:** Es suficiente para que puedan ser utilizados en cerramientos no portantes de viviendas con estructura independiente (ver Figura 6).

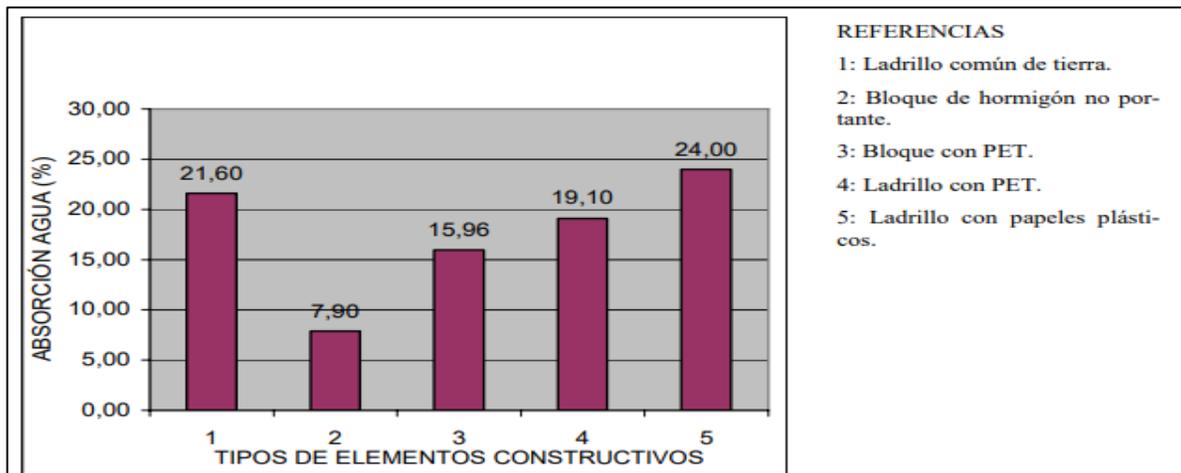
Figura 6: Resistencia a la compresión de elementos constructivos



Fuente: Artículo Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción/ Rosana Gaggino.

- **Absorción de agua:** Es similar a la de otros cerramientos tradicionales (ver Figura 7).

Figura 7: Absorción de agua en elementos constructivos



Fuente: Artículo Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción/ Rosana Gaggino.

- Permeabilidad al vapor de agua: Es similar a la del hormigón con agregado pétreo (entre  $1,76$  y  $3,81 \times 10^{-2} \pm 4\%$  g/mhkPa).
- Resistencia acústica: Es de 41 db, en el caso de un muro de 0,15 m. de espesor construido con ladrillos de PET reciclado revocado de ambos lados, similar a la de un muro del mismo espesor construido con ladrillos cerámicos (42 db).
- Comportamiento a la intemperie: Son resistentes a la acción de los rayos ultravioleta y ciclos alternados de humedad, según ensayo de envejecimiento acelerado utilizando el método del Q.U.V Panel.
- Aptitud para el clavado y aserrado: Son fáciles de clavar y aserrar, según ensayos preliminares realizados en el CEVE, por lo que tienen aptitud para constituir sistemas constructivos no modulares.
- Adherencia de revoques: Poseen buena aptitud para recibir revoques con morteros convencionales, por su gran rugosidad superficial. Tensión de adherencia: 0,25 MPa.
- Resistencia al fuego: Tienen buena resistencia al fuego, según se comprobó en Ensayo de Propagación de Llama, del cual surge su clasificación como "Clase RE 2: Material combustible de muy baja propagación de llama".

“Las propiedades técnicas de estos elementos constructivos han sido establecidas en laboratorios especializados de la Universidad Nacional de Córdoba y del INTI en Capital Federal, República Argentina. Por cumplir con los requisitos establecidos por la Subsecretaría de Vivienda y Desarrollo Urbano de la Nación, los ladrillos y bloques con PET reciclado han obtenido el Certificado de Aptitud Técnica que permite la utilización de estos elementos constructivos en planes oficiales de vivienda, a partir de mayo del año 2006” (R., R., & H., 2016).

**Viviendas construidas con esta tecnología:** Se han construido siete prototipos experimentales con mampostería de ladrillos con plásticos reciclados (ver figura 8), a saber:

- Una oficina en planta del CEVE con ladrillos de PET reciclado.
- Los cerramientos laterales de la Planta de Recolección Diferenciada de Residuos de Unquillo (provincia de Córdoba) con ladrillos de PET reciclado.
- Cinco ampliaciones de viviendas y una tapia en barrios marginales de la ciudad de Córdoba, con ladrillos y placas de ladrillos fabricados con plásticos de envoltorios de alimentos reciclados.

Figura 8: Prototipos fabricados con ladrillos de plásticos reciclados.



Fuente: Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, 2016

“Comparando el costo de producción de un ladrillo con plástico reciclado con el de un ladrillo común de tierra cocida, se puede decir que es prácticamente igual, puesto que, si bien en el ladrillo con plástico gran parte de la materia prima es gratuita por tratarse de un residuo, se debe computar el costo del triturado. La economía está en que, por su buena aislación térmica, se pueden utilizar en cerramientos con un espesor menor; y que, por su liviandad, se abarata en traslados y en cimientos. Por otra parte, hay un “ahorro a largo plazo” por la reducción de la contaminación del medio ambiente, mediante el reciclado de materiales de descarte” (Gaggino , Arguello, & Barretta).

Con este estudio se concluye que:

- La tecnología con plásticos reciclados presentada en esta investigación es una alternativa posible, más ecológica, más económica, más liviana y de mejor aislación térmica que otras tradicionales; con una resistencia mecánica suficiente para su aplicación en la construcción de cerramientos no portantes.
- Reduce la cantidad de un residuo que actualmente se acumula o entierra, produciendo contaminación y desaprovechando un recurso.
- Por su bajo costo y tecnología simple los elementos constructivos desarrollados son especialmente aptos para viviendas y construcciones de interés social.
- Generan una fuente de trabajo para personas de escasos recursos, tanto en la etapa de recolección de la materia prima como en la de elaboración de los elementos constructivos.
- Esto es de interés permanente para la Institución donde se desarrolló esta investigación (CEVE) buscando cubrir necesidades socio-económicas y ambientalistas de los sectores mayoritarios y pobres de nuestro país.

Según el **Libro de Actas del 3er Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, Buenos Aires – Argentina**. Elaborado por: Yajnes, Marta; Caruso, Susana; Kozak, Daniel; Kozak, Alejandra Mühlmann, Susana; debemos considerar el estudio en el que pusieron en práctica principios elaborados y difundidos por el Centro Experimental de la Producción (CEPFADU) y el Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE-FADU).

“Particularmente, se trabajó en el diseño y la optimización de la envolvente, mediante la gestión de residuos para la aplicación de demoliciones de la obra en la producción de materiales nuevos tendiente a la reducción del gasto energético, incrementando su capacidad térmica, con disminución de los traslados de material a la obra. A partir de la experiencia del CEP en el desarrollo de bloques cementicos con agregados reciclados, se diseñó un bloque tricapa, con una capa exterior de mortero de cemento y aditivo hidrófugo, alma aislante de hormigón de cemento con arena como agregado fino y cascotes y EPS triturado como agregados gruesos y una lechada de cemento para sellar la superficie y evitar desgranado en el manipuleo. Se procuró que el mampuesto tuviera peso y dimensiones similares a los de bloques disponibles en el mercado local, con mejores terminaciones, incluyendo la posibilidad de color, bruñas, bordes biselados evitando la necesidad de revoques” (Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, 2016).

CIHE, estableció una línea de investigación orientada a criterios de selección de materiales en el marco de la sustentabilidad, estableciendo pautas generales dadas por otros autores que sintetizan el trabajo en:

- Salud del material: Selección de materiales seguros y saludables. Diseño de productos seguros y saludables para seres humanos y ambiente desde producción a uso y reúso. Ingredientes perpetuamente aprovechados, ciclados y reciclados.
- Reutilización del material: Eliminación del concepto “residuo” a través de un diseño que lo reemplace por “nutriente”, biológico (que vuelve a la tierra sin impacto) o tecnológico (que continúa indefinidamente en la cadena productiva) internacionales (aplicables en todo el mundo) para retener el valor completo del nutriente 100 % de recuperación y posibilidad de reciclado.

Aplicación de pautas específicas:

- Homogeneidad en la elección de materiales.
- Separabilidad de materiales.
- Uso de materiales de construcción reciclables libres de contaminantes.

Los objetivos principales de esta investigación son:

- Presentar casos construidos que incorporan criterios de sustentabilidad en la selección de materiales existentes en el mercado local.
- Introducir procesos innovativos, en el diseño y la producción de nuevos materiales, fabricados con la inclusión de residuos de la propia locación reciclados in situ, que aportan capacidad aislante térmica a la envolvente edilicia.

### **Análisis preliminar y producción in situ de materiales con reciclados**

Se trata de un edificio de planta baja y cuatro pisos, diseñado y construido por el Estudio Kozak, con terminación en el año 2016, cuyo diseño se basó en criterios de sustentabilidad en arquitectura urbana (ver Figura 9).

Figura 9: Exteriores y balcones.



Fuente: Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, 2016.

“La edificación existente en el terreno no cumplía con los requisitos normados en códigos edilicio y urbano vigentes ni con condiciones de buen estado ni seguridad en sus instalaciones. La principal innovación de la propuesta en este caso está dada por la

producción de mampuestos in situ a partir de materiales reciclados de la demolición de estas construcciones. El proyecto fue realizado por el Estudio de arquitectura Kozak con el asesoramiento en Gestión de Residuos de las Arquitectas Yajnes y Caruso. La construcción del edificio comenzó en agosto de 2014 y su finalización está prevista para setiembre de 2016. Como resultado de la aplicación de los indicadores citados anteriormente, surge la necesidad de demoler la construcción existente para desarrollo de la nueva propuesta” (Yajnes, Sutelman et al, 2014).

## **Definición del objeto Bloque e inserción en muro compuesto**

“La primera capa, o cara exterior, del bloque tricapa es de mortero de cemento con color en este caso gris claro obtenido con la combinación de cementos gris y blanco y aditivo hidrófugo MCI 1:3 de 1cm de espesor, la segunda capa o alma de hormigón con agregados gruesos de EPS y cascote triturados HEPS 1:1:1:3,75 de 12 cm y la tercer capa o cara interior de lechada de mortero de cemento MC 1:3 de 0,5cm. El muro luego se completa con cámara de aire con aislante térmico, barrera de vapor y muro interno de mampostería hueca de 08 revocada apto para ser canaleteado para las instalaciones requeridas por el destino de vivienda urbana. Las capas exteriores se han realizado en morteros tradicionales de densidad 2000 kg/m<sup>3</sup> por ser la forma en que se resuelven esos acabados localmente para obtener dureza superficial, la dosificación del alma responde a ensayos de composición realizados en el proyecto de investigación TRP19, con el cual se alcanzó por densidades y diseño constructivo del mismo en tricapa, la resistencia a compresión de 2,5 Mpa. requerida por normas locales con un 20% de resguardo, alcanzando 3 Mpa. así como la cantidad mínima de cemento de 300 kg/m<sup>3</sup> de mezcla” (Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, 2016).

## **Proceso de producción**

“Capacitación inicial y avanzada en obra para bloques estándar (ver Figura 10). La capacitación se llevó adelante en dos etapas, en una primera instancia se hizo una demostración del proceso de fabricación de 3 bloques –que luego fueron ensayados–, para los integrantes del estudio proyectista y de dirección de obra, así como del contratista principal. Los materiales reciclados fueron llevados al sitio luego de ser procesados en laboratorio del CEP, así como el resto de materiales vírgenes ingresaron a obra, ya fraccionados y pesados. Se trasladó equipo móvil de vibrado. En la capacitación final se trabajó ya con equipamiento adquirido por el Estudio en el caso de unidades estándar como

por ejemplo la mesa vibradora y balanza de precisión o fabricado in situ en los casos de unidades especiales del sistema como tamices para EPS y cascotes triturados.

En este caso una de las investigadoras capacitó durante una semana a un oficial y un ayudante, con la intervención del residente de obra.

**Preparación de moldes para el emprendimiento:** Para lograr una mayor productividad se armaron dos moldes de tres bloques cada uno. El primero de ellos se construyó en obra durante la capacitación con material pre cortado por un proveedor, el segundo fue armado directamente por el personal capacitado in situ”.

**Preparación de interfaces:** las piezas intermedias entre el colado y los moldes a efectos de su protección por un lado y requeridos para la terminación buscada, se cortaron y doblaron en laboratorio y unieron in situ. Están compuestos por lona de cartelería reutilizada obtenida de donaciones y bandejas de PVC cristal 0,5 virgen para la cara expuesta de los bloques” (Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, 2016).

Figura 10: Capacitación en obra: inicial (izq.) y en etapa de fabricación (der.).



Fuente: Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, 2016

**“Procesado materiales reciclados:** Picado y tamizado de cascotes; Pesado cascote picado; Triturado y tamizado EPS, Medición en volumen de EPS triturado.

**Pesados materiales vírgenes:** (cemento, cales, arena, aditivos, colorantes, agua).

Pre humectación de cascotes; Mezclado de EPS con agua más aditivos.

Mezclando restos de materiales en seco; Mezclado de conjunto del hormigón.

Preparación de morteros para terminaciones con sus aditivos y colorantes.

Colado de capas.

Curado; Desmolde; Estiba; Control de calidad y descarte piezas

Limpieza del lugar, moldes y herramientas” (Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, 2016).

## **Justificación de incorporación EPS triturado en la mezcla**

“Las mezclas convencionales, obtenidas a partir de la incorporación de cascote picado como agregado grueso, generan pesos específicos que difícilmente bajan de 1300 kg/m<sup>3</sup>, lo cual resulta poco apropiado para los objetivos de obtener productos competitivos en peso y aislación térmica. A partir de la investigación del proyecto SI TRP19 se obtuvieron diferentes resultados con fórmulas que combinan EPS triturado y cascote. Para este proyecto se optó dentro del abanico de mezclas disponibles, por aquellas que tienen como ligante uno de carácter pastoso preferido por su trabajabilidad por el contratista con densidad de 900 kg/m<sup>3</sup>, denominada TRPN°1. La dosificación es 1:1:1:3,25 correspondiendo a cemento, arena y cascote respectivamente en kilos y EPS medido en litros. Cada alma de bloque de 12cm de espesor contiene 2 kg de cemento, arena y cascote y 7,5 litros de EPS aditivado. Las caras superficiales corresponden a mortero de cemento 1:3 con espesores de 1 cm al exterior y 0,5 cm al interior. Los muros son dobles; sobre los bloques construidos in situ se dispuso una capa hidrófuga, más una de aislación térmica de 3cm, ladrillo hueco de 12cm y terminaciones. Un muro construido con el bloque de 13 cm de espesor tiene un valor U inferior en 29% al de un bloque cerámico según cálculos propios en base a valores tabulados en Normas locales y a ensayos realizados por el INTI a La Pastoriza y aprobados por la DGFOC (GCBA, 2005). Respecto al EPS, el reciclado de este material desarrolló una dinámica en los últimos tiempos que hace modificar la mirada sobre este insumo. El GCBA lo incorporó dentro de los materiales que recibe en sus Centros Verdes, con empresas y particulares que lo muelen y comercializan, habiendo adquirido un valor de venta similar al de la arena” (Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, 2016).

## **Ensayos de bloques y morteros de asiento**

“Tres bloques fueron ensayados en el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) para Resistencia a la Compresión con resultados promedio de 3,10 Mpa, resultandos aptos para muros no portantes [...] Se realizaron ensayos a compresión preliminares en laboratorio de la Universidad de Oviedo, Escuela Politécnica de Ingeniería bajo la supervisión del Doctor Ingeniero Fernando López Gayarre. En función de dichos ensayos se preseleccionó la mezcla de dosificación 1:1/2:3:3 siendo sus componentes en ese orden, cemento, cal hidráulica, arena y EPS triturado a 6mm con consumos indicativos por m<sup>3</sup> de 315, 157,5 y 945 kilos

respectivamente y 945 litros de EPS con el agregado de 2 kg por m<sup>3</sup> de fibras plásticas. En cuando al uso de fibras se ensayaron fibras de vidrio y plásticas y no presentando mayores ventajas de resistencia a compresión las primeras se optaron por las segundas por su condición de amigabilidad de manipulación” (Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, 2016).

### **Datos técnicos de los materiales**

- Dimensiones de los bloques: largo 40 cm, alto 17,5 cm, espesor 13,5 cm.
- Formato bloques de cerramiento de muros: prismáticos con 3 perforaciones de alivianamiento y posibilidad de rellenos para refuerzos y vinculaciones.
- Formato bloques de parapetos: prismáticos con 2 perforaciones de alivianamiento y posibilidad de rellenos para refuerzos y vinculaciones. Todas sus caras vistas.
- Ensayos relacionados con fuego de la mezcla de alma de hormigón liviano: Densidad óptica de humos Nivel 1: Materiales que generan Baja cantidad de Humos<sup>8</sup> Ensayos en INTI Buenos Aires. Propagación de llama, método placa caliente RE 2 / A Materiales Muy Baja propagación llama 6 Ensayos en INTI Buenos Aires.
- Resistencia mecánica de los bloques: 3 Mpa. 3 ensayos INTI Buenos Aires.
- Porosidad: ensayos en CEP donde se constató la menor absorción de la mezcla en relación a mampuestos tradicionales cerámicos, de hormigón y concreto celular.
- Metros cuadrados construidos: 60 m<sup>2</sup> de muros y 13 m<sup>2</sup> de parapetos.
- Tiempo de capacitación: 1 semana.
- Tiempo de fabricación: 1 mes por dos personas, un medio oficial y un ayudante.

“Como resultado se obtuvo una fachada con excelentes características de aislación termo-acústicas, cuya construcción produjo una disminución muy significativa en el impacto ambiental de la obra, con menos residuos producidos por la obra, menos energía insumida en traslados de materiales, la utilización de material reciclado y, principalmente, con menos demanda de energía para el acondicionamiento térmico del edificio durante su vida útil [...]Para finalizar, en este caso, la selección de materiales se relacionó directamente con criterios de reciclaje y aprovechamiento de los residuos de la propia obra o de obras anteriores, en un proceso que se desarrolló desde las etapas proyectuales hasta la concreción de la misma, apuntando a la puesta a punto de pautas técnicas y metodológicas que sirvan

de paradigma en futuras construcciones, basándonos en una filosofía que promueve la mejora en la calidad de vida de las personas y la preservación de nuestras fuentes de recursos” (Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes, 2016).

### **2.4.3 Distrito Jesús María**

El distrito de Jesús María se formó sobre parte de las áreas de lo que fueron en la época pre inca los Señoríos de Maranga y Cuismancu (1440 d.C.), rincones donde moraron los más antiguos habitantes del Valle del Rímac.

En la época colonial muchas de las edificaciones prehispánicas fueron transformándose en tierras de cultivo de frutales y caña de azúcar, entre otros. Debido a esta condición, en la era republicana, todo el distrito estaba constituido por un conjunto de chacras, haciendas y fundos.

Hace más de 40 años, la zona aún no delimitada de Jesús María se caracterizaba por ser agrícola, encontrándose incluida entre tres distritos, Magdalena del Mar, Pueblo Libre y Cercado de Lima.

El año 1930 sus pobladores decidieron organizarse formalmente y crear la agrupación de vivienda Jesús María. En 1931 se forma la Comisión Cívica Pro – Distrito de Jesús María, presidida por el Sr. Enrique Majuelos, vecino notable del lugar en dicha época.

En 1956 se expide la primera ley que disponía la creación del distrito de Jesús María, la cual no llega a promulgarse.

Recién el 13 de diciembre de 1963 se promulga la Ley de Creación Política del distrito, Nº 14763 y se publica en el diario oficial El Peruano 17 de diciembre del mismo año. Sin embargo, no se pudo contar con una administración sino hasta las elecciones municipales de noviembre de 1966.

De esta manera, el Ing. José Benavides Muñoz se convierte en el flamante primer alcalde del distrito de Jesús María, iniciando su gestión a partir de enero de 1967 y sentando las bases para el progreso de esta floreciente localidad.

En su **economía**, Jesús María durante los últimos años ha pasado por un proceso de ordenamiento y formalización de las actividades comerciales, lo que ha funcionado como un importante atractivo de la inversión privada en comercio y vivienda. Actualmente, las actividades económicas giran alrededor del comercio especializado metropolitano, distrital, sectorial, vecinal y local, generándose un barrio residencial comercial en el corazón del distrito.

La inversión privada desempeña un rol protagónico en la configuración de su dinámica, la cual se explica por la especialización relativa de las actividades económicas. En el distrito se localizan y operan una variedad de agentes económicos, actividades comerciales; como banca, finanzas y diversos servicios de importancia Distrital y en algunos casos, metropolitana. El potencial más importante de Jesús María se encuentra en sus áreas verdes, las cuales no sólo tienen importancia Distrital sino metropolitana, siendo el principal pulmón verde del distrito las zonas constituidas por el Campo de Marte, las áreas exteriores del Conjunto Residencial San Felipe y el parque Próceres de la Independencia.

Según el Censo 2007 cuenta con una **población** de 66,171 habitantes, mostrando una densidad de 14,479.4 hab. /Km<sup>2</sup>.

Figura 11: Cantidad de habitantes en Jesús María

DISTRITO Y EDADES SIMPLES	POBLACIÓN			URBANA		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
<b>Distrito JESUS MARIA</b>	<b>66171</b>	<b>29806</b>	<b>36365</b>	<b>66171</b>	<b>29806</b>	<b>36365</b>
Menores de 1 año	697	365	332	697	365	332
De 1 a 4 años	2664	1363	1301	2664	1363	1301
De 5 a 9 años	3356	1724	1632	3356	1724	1632
De 10 a 14 años	3707	1858	1849	3707	1858	1849
De 15 a 19 años	4997	2353	2644	4997	2353	2644
De 20 a 24 años	5625	2572	3053	5625	2572	3053
De 25 a 29 años	5661	2601	3060	5661	2601	3060
De 30 a 34 años	5409	2486	2923	5409	2486	2923
De 35 a 39 años	4807	2178	2629	4807	2178	2629
De 40 a 44 años	4420	1941	2479	4420	1941	2479
De 45 a 49 años	4144	1761	2383	4144	1761	2383
De 50 a 54 años	4307	1890	2417	4307	1890	2417
De 55 a 59 años	3559	1527	2032	3559	1527	2032
De 60 a 64 años	3007	1303	1704	3007	1303	1704
De 65 y más años	9811	3884	5927	9811	3884	5927

Fuente: INEI. Censo 2007

### Manejo ambiental de los residuos sólidos en Jesús María

Existen diversas formas de poder clasificar los residuos sólidos, la tarea de las municipalidades es gestionarlo de la mejor manera para que los resultados sean eficaces y cumplan con sus planes de gestión ambiental.

La municipalidad de Jesús María no es la excepción y gestionan los residuos en dos grandes grupos: Gestión municipal y gestión no municipal.

- Gestión municipal

Dentro de la gestión municipal se desarrolla un plan de gestión para los residuos:

- Domiciliarios.
- Comercios.
- Actividades que generan residuos similares (como limpieza pública, cuidado ornamental, etc.).

Entendiendo que la problemática de gestionar adecuadamente los residuos sólidos del distrito, Jesús María ha optado por tomar los servicios de servicio de PETRAMAS SAC, que es una empresa prestadora de servicio de residuos sólidos. Esta empresa se encarga del recojo, traslado y disposición final de residuos sólidos desde el año 2010 generando entera satisfacción de la comuna, calificando el servicio como oportuno y eficiente, obteniendo como resultado un distrito más limpio y saludable para todos los vecinos.

La población beneficiaria del servicio de limpieza pública en el distrito de Jesús María, asciende a 66 171 habitantes y está compuesto por: La población residente permanente, que asciende a 62402 habitantes, según los cálculos efectuados sobre la base de la información de Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2007.

La Población flotante o de tránsito en el distrito que asciende a 3769 habitantes.

Figura 12: Generación y características de Residuos Sólidos

N°	Fuentes de Generación de Residuos Sólidos	Producción Estimada de Residuos al Año (Toneladas)	
1	Casa Habitación	A	9,190.04
2	Comercio (bazares, lavanderías, ferreterías, zapaterías, venta de artículos de música, de higiene, vidrierías, boticas, heladerías, panaderías y similares), industria, servicio (oficinas profesionales, sub estaciones eléctricas, cabinas de internet, peluquerías)	B	7,225.99
3	Restaurant Chifa, Restaurant Cebichería, Restaurant Pollería, Restaurant Pizzería, Restaurant Buffet, Restaurant Turístico, Restaurant con Espectáculo, Restaurant de Comida Rápida, Restaurantes y similares	C	207.61
4	Hospitales	D	1,300.59
5	Colegios, universidades, institutos superiores, academias, Centros de Educación Productiva (CETPRO) y centros preuniversitarios.	E	1,533.62
6	Gobierno Central, Instituciones Públicas Descentralizadas, Organismos Constitucionalmente autónomos, entidades descentralizadas de derecho público, Gobiernos Locales y Regionales.	F	4,462.47
7	Mercados	G	30.22
8	Grifos	H	25.88
9	Supermercados, grandes almacenes y estaciones de servicio	I	994.71
10	Compañías de seguros, entidades bancarias y financieras y similares.	J	502.21
11	Clubes o centros de esparcimiento, recreativos, turísticos y sociales, gimnasios, sala de convenciones y/o recepciones, cines, discotecas, pubs, karaokes y similares, bingos, tragamonedas y casinos.	K	1,171.66
<b>GENERACION TOTAL DE RESIDUOS ESTIMADA</b>			<b>26,645.00</b>

Fuente. INEI. Censo 2007.

Actualmente los datos de las cantidades estimadas generadas por las actividades desarrolladas por la población del Distrito se han establecido tal como se puede apreciar en el cuadro Fuentes generadoras de residuos sólidos y cantidad anual estimada de generación.

**Generación Per Cápita de Residuos Sólidos:** De acuerdo al Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios para el distrito de Jesús María, realizado entre el 01 al 14 de junio del presente año se obtuvo un valor de 0.611 Kg/Hab./día. Este valor se obtuvo de una muestra de 78 viviendas seleccionadas aleatoriamente en todo el ámbito del Distrito.

Asimismo, de acuerdo a la información proporcionada por la Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos – PETRAMAS SAC. Se tiene que en promedio la generación mensual de los residuos sólidos domiciliarios para el periodo 2010 fue de 1938.16 Toneladas.

La Empresa prestadora del Servicio de Recolección, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos- PETRAMAS SAC, ha reportado la siguiente información desde el año 2007 tal como se muestra en los cuadros siguientes:

Figura 13 Generación Per Cápita de Residuos Sólidos 2007 - Julio 2008

Año 2007	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
<b>RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS</b>	1327.3	1431.73	1436.68	1641.3	1531.31	1672.27	1786.9
<b>MALEZA</b>	151.24	162.3	133.86	140.2	150.05	146.55	157.38
<b>DESMONTE</b>	112.15	116.46	100.29	113.95	98.24	102.6	181.75
<b>TOTAL</b>	<b>1590.69</b>	<b>1710.49</b>	<b>1670.83</b>	<b>1895.4</b>	<b>1779.6</b>	<b>1921.42</b>	<b>2126</b>

Año 2007	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
<b>RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS</b>	1415.09	1657.55	1707.78	1719.27	1887.65	<b>19214.75</b>	1601.23	<b>52.79</b>
<b>MALEZA</b>	124.15	169.74	151.5	164.98	176.86	<b>1828.81</b>	152.40	<b>5.02</b>
<b>DESMONTE</b>	116.77	110.7	87.29	100.58	110.17	<b>1240.25</b>	103.35	<b>3.41</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1656.01</b>	<b>1827.29</b>	<b>1946.57</b>	<b>1984.83</b>	<b>2174.68</b>	<b>22283.81</b>		

**Periodo 2008:**

Año 2008	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
<b>RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS</b>	1950.19	1776.24	1850.49	1740.4	1710.31	1664.16	1694.4
<b>MALEZA</b>	150.79	174.54	207.83	209.36	225.80	207.36	178.60
<b>DESMONTE</b>	73.47	99.66	128.44	63.30	89.32	90.24	18.20

Fuente. INEI. Censo 2011.

Figura 14: Generación Per Cápita de Residuos Sólidos agosto 2008 - 2009

Año 2008	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS	1702.24	1665.92	1650.25	1719.27	1889.92	21013.81	1751.15	57.73
MALEZA	129.21	142.82	143.06	164.98	162.67	2097.02	174.75	5.76
DESMONTE	68.62	38.38	72.46	100.58	115.38	958.05	79.84	2.63
<b>TOTAL</b>	<b>1900.07</b>	<b>1847.12</b>	<b>1865.77</b>	<b>1984.83</b>	<b>2167.97</b>	<b>24068.88</b>		

**Periodo 2009:**

Año 2009	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS	1896.03	1755.04	1909.09	1758.2	1818.74	1818.74	1811.7
MALEZA	120.90	133.15	167.44	149.38	157.05	157.05	170.53
DESMONTE	87.00	78.71	84.54	62.59	75.59	69.87	53.83
<b>TOTAL</b>	<b>2103.93</b>	<b>1966.9</b>	<b>2161.07</b>	<b>1970.2</b>	<b>2051.38</b>	<b>2045.66</b>	<b>2036.1</b>

Año 2009	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS	1854.87	1791.43	1881.06	1895.77	2124.17	22314.89	1859.57	61.30
MALEZA	117.91	187.89	184.37	191.06	180.93	1917.66	159.81	5.27
DESMONTE	50.40	90.80	38.28	51.50	69.84	812.95	67.75	2.23
<b>TOTAL</b>	<b>2023.18</b>	<b>2070.12</b>	<b>2103.71</b>	<b>2138.33</b>	<b>2374.94</b>	<b>25045.5</b>		

Fuente. INEI. Censo 2011.

Figura 15: Generación Per Cápita de Residuos Sólidos 2010

Año 2010	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS	2182.55	1940.8	2097.96	1926.2	1941.33	1801.66	1847.8
MALEZA	181.03	177.77	183.78	190.3	171.79	194.28	160.13
*DESMONTE	76.33	52.92	41.59				
<b>TOTAL</b>	<b>2439.91</b>	<b>2171.49</b>	<b>2323.33</b>	<b>2116.5</b>	<b>2113.12</b>	<b>1995.94</b>	<b>2007.9</b>

Año 2010	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL ANUAL	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS	1850.15	1830.16	1863.39	1875.17	2100.7	23257.87	1938.16	63.90
MALEZA	160.24	151.46	172.65	159.73	160.31	2063.47	171.96	5.67
*DESMONTE						170.84	56.95	0.47
<b>TOTAL</b>	<b>2010.39</b>	<b>1981.62</b>	<b>2036.04</b>	<b>2034.9</b>	<b>2261.01</b>	<b>25492.18</b>		

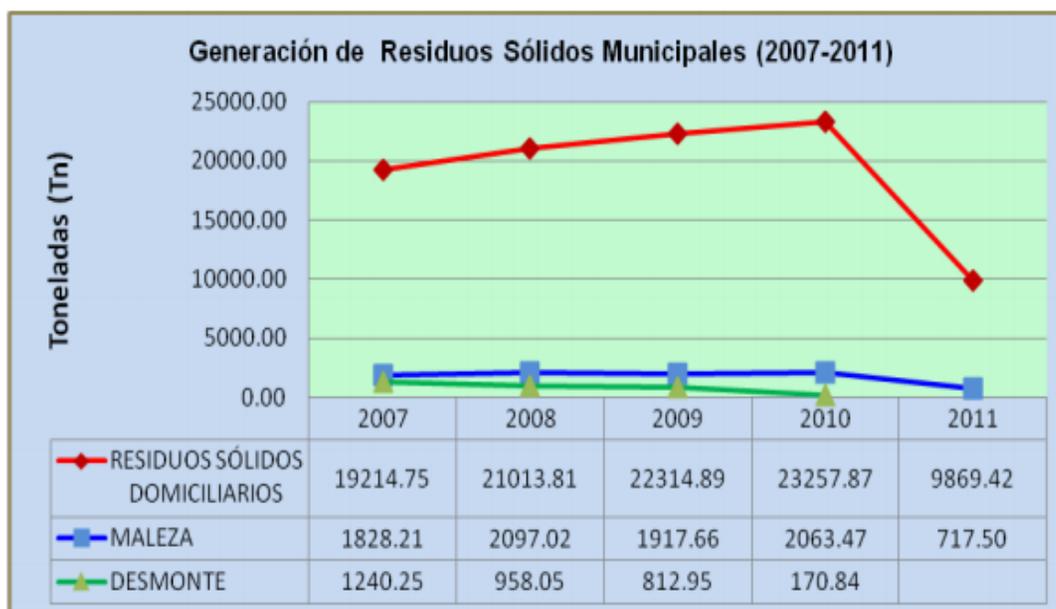
Fuente. INEI. Censo 2011.

Figura 16 Generación Per Cápita de Residuos Sólidos enero - junio 2011

Año 2011	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL ANUAL	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO
RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS	2120.5	1920.61	2069.16	1878.1	1881.03		9869.42	1973.88	27.11
MALEZA	148.90	137.96	143.81	133.86	152.97		717.50	143.50	1.97
TOTAL	2269.40	2058.57	2212.97	2011.98	2034.00	0.00	10586.92		

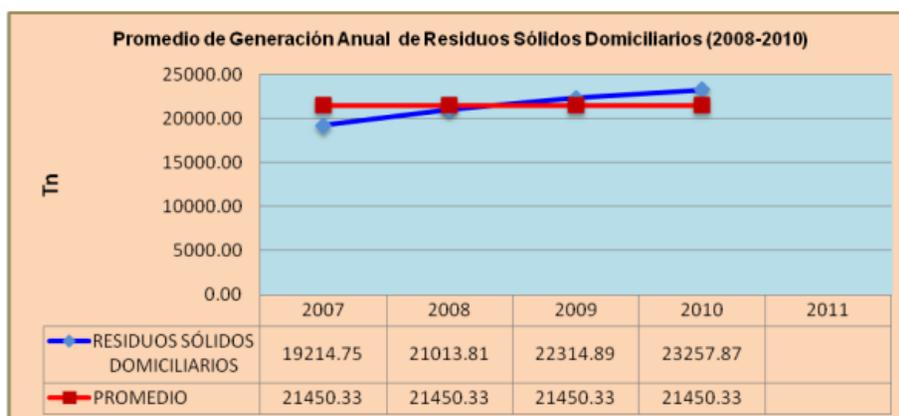
Fuente. INEI. Censo 2011.

Figura 17: Variación de la Generación Anual de Residuos Sólidos Municipales.



Fuente. INEI. Censo 2011.

Figura 18: Variación de la Generación Anual de Residuos Sólidos Municipales



Fuente. INEI. Censo 2011.

Características Físicas de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Distrito: De acuerdo al Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios para el distrito de Jesús María, realizado entre el 01 al 14 de junio del año 2001 se obtuvo los resultados de composición física de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jesús María.

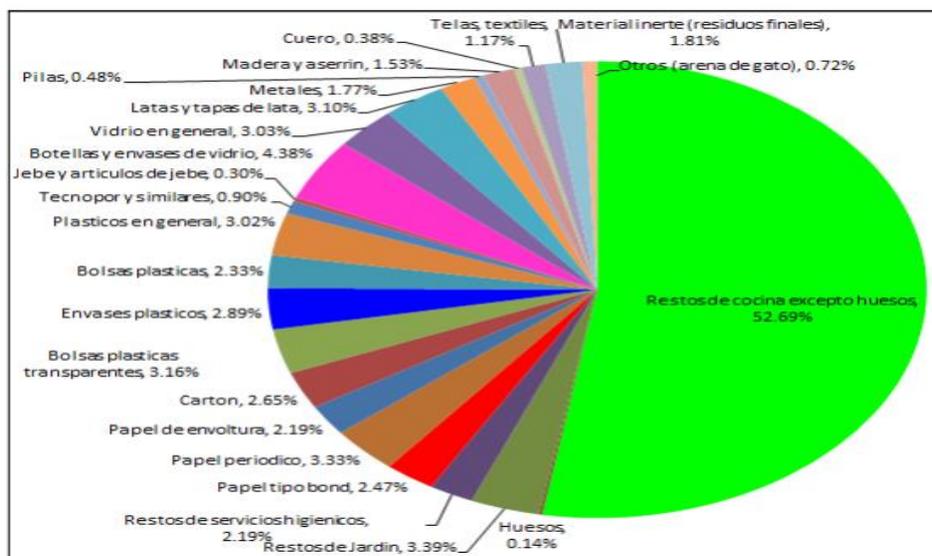
Figura 19: Composición física de residuos sólidos domiciliarios del distrito en porcentajes

N°	Tipo de Residuos Sólidos	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria: Kg/día							Peso Total Kg	Composición Porcentual %
		Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes		
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		
1	Restos de cocina excepto huesos	106.19	97.28	100.03	96.11	107.33	92.56	98.29	697.79	52.69%
2	Huesos	0.47	0.25	0.00	0.00	0.85	0.35	0.00	1.92	0.14%
3	Restos de Jardín	8.66	5.75	6.33	7.39	5.55	6.02	5.26	44.96	3.39%
4	Restos de servicios higiénicos	4.50	2.40	2.75	3.73	4.92	3.21	7.46	28.97	2.19%
5	Papel tipo bond	3.09	6.90	6.24	2.65	5.69	2.50	5.64	32.71	2.47%
6	Papel periódico	6.36	7.35	7.77	7.80	5.74	4.93	4.10	44.05	3.33%
7	Papel de envoltura	1.75	2.30	5.67	5.88	2.90	4.89	5.55	28.94	2.19%
8	Cartón	5.94	5.25	5.70	3.24	2.98	7.69	4.25	35.05	2.65%
9	Bolsas plásticas transparentes	5.62	4.70	4.69	7.43	5.29	6.81	7.35	41.89	3.16%
10	Envases plásticos	7.45	6.10	5.65	4.86	3.55	5.85	4.82	38.28	2.89%
11	Bolsas plásticas	4.93	4.30	3.33	5.60	5.45	1.69	5.49	30.79	2.33%
12	Plásticos en general	8.72	6.90	4.66	2.07	1.70	6.90	9.00	39.95	3.02%
13	Tecnopor y similares	0.78	6.71	0.40	0.59	0.76	1.70	0.92	11.86	0.90%
14	Jebe y artículos de jebe	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.30%
15	Botellas y envases de vidrio	9.14	6.15	8.36	8.47	8.92	9.90	7.09	58.03	4.38%
16	Vidrio en general	7.67	4.48	6.65	5.40	3.80	6.52	5.65	40.17	3.03%
17	Latas y tapas de lata	3.87	6.31	5.10	6.22	4.80	8.56	6.17	41.03	3.10%
18	Metales	5.28	4.12	3.56	3.35	1.99	3.05	2.07	23.42	1.77%
19	Pilas	1.83	0.00	0.19	1.00	1.38	1.50	0.50	6.40	0.48%
20	Madera y aserrín	4.22	2.50	2.23	2.75	3.00	2.45	3.08	20.23	1.53%
21	Cuero	1.00	0.00	0.50	0.00	2.25	1.25	0.00	5.00	0.38%
22	Telas, textiles	1.92	2.70	3.75	1.44	2.11	2.00	1.54	15.46	1.17%
23	Material inerte (residuos finales)	3.45	2.09	3.22	4.61	3.50	4.42	2.70	23.99	1.81%
24	Otros (arena de gato)	0.00	0.00	0.00	3.90	0.00	3.46	2.14	9.50	0.72%
<b>TOTAL (Kg/día)</b>		<b>205.84</b>	<b>185.54</b>	<b>186.78</b>	<b>184.49</b>	<b>184.46</b>	<b>188.21</b>	<b>189.07</b>	<b>1324.39</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios, Jesús María, 2001.

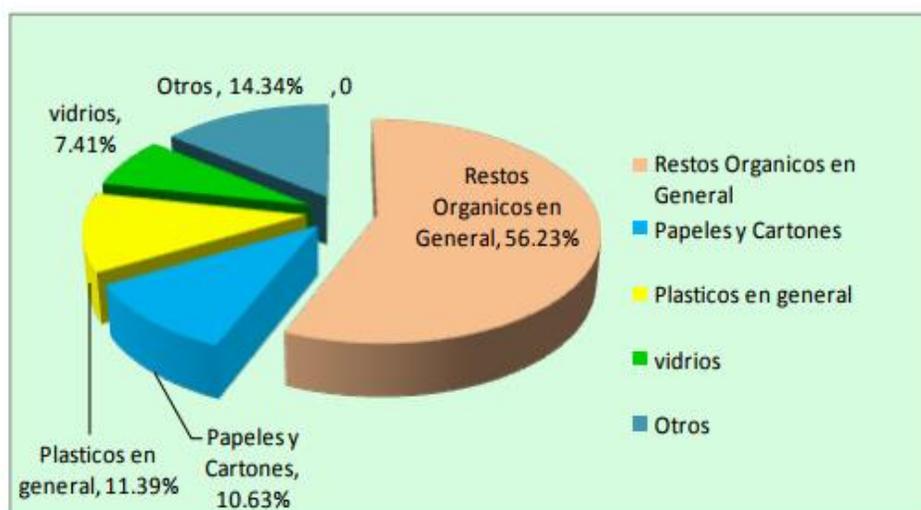
Composición física porcentual (%) de residuos sólidos municipales de acuerdo a su potencial de reciclaje o reaprovechamiento.

Figura 20: Composición física porcentual (%) de residuos sólidos municipales de acuerdo a su potencial de reciclaje o reaprovechamiento.



Fuente: Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios, Jesús María, 2001.

Figura 21: Composición física porcentual (%) de residuos sólidos municipales de acuerdo a su potencial de reciclaje o reaprovechamiento.



Fuente: Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios, Jesús María, 2001.

- Gestión no municipal

En el distrito de Jesús María se generan residuos sólidos que no están dentro de la gestión municipalidad por su difícil control y magnitud. Entre estas generadoras de dichos residuos tenemos los provenientes de actividades como: Demolición, construcción, industriales y hospitalarios.

Sin embargo, la municipalidad de Jesús María, para no omitir el control estas actividades económicas, emite ordenanzas municipales que estipulan las obligaciones se deben cumplir para el funcionamiento y actividad de las mencionadas. Amparándose en las leyes existentes para la gestión de los residuos sólidos, la municipalidad incluye dentro de las licencias de funcionamiento el cumplimiento indispensable de las leyes y normas de gestión de residuos y dentro de sus ordenanzas a incluido multas que sancionan económicamente a aquellas entidades que incumplan lo indicado en sus licencias.

Con el área de fiscalización municipal se da seguimiento al cumplimiento de los dispuestos quienes periódicamente visitan los recintos y toman testigos del control ejecutado. Los vecinos también participan en el control teniendo la facultad de presentar su disconformidad, queja, reclamo o denuncia a la municipalidad para que intervenga y haga cumplir las disposiciones de ley y municipales.

- Residuos sólidos en el sector Construcción

De acuerdo con el reglamento vigente de la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición, art. 6 del DS N° 003-2013 “Se consideran residuos sólidos de la construcción y demolición a los generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura”.

Toda obra de construcción, en sus diferentes etapas, genera residuos sólidos; por ello debe elaborar un plan de manejo de residuos con políticas que direccionen el manejo de los residuos y las estrategias aplicando los siguientes principios:

- Minimización: reducir lo más posible la cantidad de residuos sólidos.
- Segregación: separación de los residuos, clasificándolos como se indica en la NTP 900.050:2005.
- Reutilización: Uso de aquellos materiales que aún pueden ser útiles.
- Reciclaje: Utilizar el material en desuso de forma distinta a la inicial o para otros fines.
- Eliminación: Aquellos residuos que no son susceptibles de valoración, estos residuos deben ser desechados con garantías de seguridad.

Los residuos sólidos se clasifican en:

### **Residuos sólidos orgánicos.**

Los residuos orgánicos, son biodegradables, se componen naturalmente y tiene la propiedad de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otra materia orgánica. Los residuos orgánicos se componen de restos de comida y restos vegetales de origen domiciliario.

Los residuos orgánicos tienen un fuerte impacto sobre el medioambiente, contaminando la atmósfera, el suelo y las aguas (superficiales y subterráneas), debido principalmente a sus altos contenidos en materia orgánica y elementos minerales, y a la presencia de metales pesados, fitotoxinas, patógenos vegetales y animales, etc., altamente contaminantes.

Se pueden desintegrar o degradar rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, carne, huevos, etcétera, o pueden tener un tiempo de degradación más lento, como el cartón y el papel. Se exceptúa de estas propiedades al plástico, porque a pesar de tener su origen en un compuesto orgánico, posee una estructura molecular más complicada.

**Cómo se clasifican:** Existen muchas formas de clasificación de los residuos sólidos orgánicos, sin embargo, las dos más conocidas están relacionadas con su fuente de generación y con su naturaleza y/o características físicas.

**Según su fuente de generación:** los residuos sólidos orgánicos según su fuente se clasifican en:

**Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles:** consideramos dentro de esta fuente a los residuos almacenados también en las papeleras públicas; su contenido es muy variado, pueden encontrarse desde restos de frutas hasta papeles y plásticos. En este caso, sus posibilidades de aprovechamiento son un poco más limitadas, por la dificultad que representa llevar adelante el proceso de separación física.

**Residuos sólidos orgánicos institucionales:** residuos provenientes de instituciones públicas (gubernamentales) y privadas. Se caracteriza mayormente por contener papeles y cartones y también residuos de alimentos provenientes de los comedores institucionales.

**Residuos sólidos de mercados:** son aquellos residuos provenientes de mercados de abastos y otros centros de venta de productos alimenticios. Es una buena fuente para el aprovechamiento de orgánicos y en especial para la elaboración de compost y fertilizante orgánico.

**Residuos sólidos orgánicos de origen comercial:** son residuos provenientes de los establecimientos comerciales, entre los que se incluyen tiendas y restaurantes. Estos últimos son la fuente con mayor generación de residuos orgánicos debido al tipo de servicio que ofrecen como es la venta de comidas. Requieren de un trato especial por ser fuente aprovechable para la alimentación de ganado porcino (previo tratamiento).

**Residuos sólidos orgánicos domiciliarios:** son residuos provenientes de hogares, cuya característica puede ser variada, pero que mayormente contienen restos de

verduras, frutas, residuos de alimentos preparados, podas de jardín y papeles. Representa un gran potencial para su aprovechamiento en los departamentos del país.

**Residuos peligrosos:** Los residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.

Entre los residuos peligrosos más comunes se encuentran las partículas de mineral arrastradas por el agua y mezcladas con el barro, que provienen de las minas, derrames de diversas sustancias en cauces superficiales y emisiones de gases tóxicos a través de chimeneas y tubos de escape.

Cabe mencionar que históricamente, estos desechos no siempre han sido considerados peligrosos; por el contrario, eran parte de los residuos comunes de diversos ámbitos industriales e incluso de los domicilios particulares. Dado que no existía una regulación que indicara a los ciudadanos qué hacer con estos materiales, y que no había suficiente información acerca de los riesgos que podía acarrear la manipulación irresponsable de los mismos, era normal que los vertiesen en cuerpos de agua, tales como ríos o el mar, o bien que los dejaran en basureros comunes.

Fue a partir de acuerdos a favor del medio ambiente tales como el Convenio de Róterdam o el Convenio de Basilea que la gente comenzó a tomar consciencia acerca de este tema, y diversos países, tanto los desarrollados como aquellos que estaban en vías de desarrollo, emprendieron la tarea de legislar la manipulación de desechos peligrosos, así como su clasificación y las medidas necesarias para almacenarlos.

Los desechos peligrosos suelen venir de: hospitales (se denominan biológicos); de la industria farmacéutica y de la industria química; la actividad forestal o agropecuaria, dada la utilización de biocidas, fungicidas y plaguicidas; minas; la industria energética (ciertos tipos de aceite); la industria petrolera (emulsiones acuosas, bituminosos y alquitrán, entre

otros); industria textil (colorantes, cromo oxidado y ácidos); industria militar; centros de investigación y desarrollo científico (reactivos y solventes); industria del plástico.

Uno de los procesos más habituales para el tratamiento de los residuos peligrosos se conoce con el nombre de inertización y consiste en minimizar el potencial riesgo del residuo no recuperable hasta su disposición final.

Si una industria evade estas normas e intenta desprenderse de sus residuos peligrosos de otra forma (arrojándolos a un río, por ejemplo), existe un gran riesgo de contaminación y de perjuicios.

### **Residuos Inorgánicos:**

Los residuos inorgánicos son aquellos desechos de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural que, expuestos a las condiciones ambientales naturales, tarda mucho tiempo en degradarse, es decir, no vuelven a integrarse a la tierra, sino tras un largo periodo de tiempo. En otras palabras, no son biodegradables.

Hay que señalar que casi la mitad de la basura está constituida por materiales no fermentables llamados inorgánicos, la mayor parte de los cuales son envases o embalajes o empaques.

Una de las grandes ventajas de los residuos inorgánicos es que gran parte de estos materiales se pueden reciclar y recuperar, volviendo después a incluirse en la cadena productiva y de consumo, ahorrando energía y materias primas, además de contribuir a la calidad ambiental.

Dentro de los residuos inorgánicos de una obra de construcción encontramos:

**El vidrio:** Fundido de carbonato de sodio (sosa), caliza, dolomita, dióxido de silicio (sílice), óxido de aluminio (alúmina), y cantidades pequeñas de agentes aditivos. El vidrio se genera de las ventanas rotas, algunos recipientes de materiales usados, focos, lámparas, pantallas, etc.

**El papel:** Material constituido por una delgada lámina elaborada a partir de pulpa de celulosa, una pasta de fibras vegetales molidas suspendidas en agua, generalmente blanqueada, secada y endurecida, a la que normalmente se le añaden sustancias como polipropileno o polietileno con el fin de proporcionarle características especiales. Este material se obtiene de los documentos desechados o recubrimiento de ciertos materiales embalados con papel.

**La chatarra:** Compuesta básicamente de hierro. Este material es generado por el proceso de acero (restos de fierro y alambres), proceso de encofrado (alambres), materiales como discos de corte, latas de materiales, etc.

**Los envoltorios y envases:** aquí podemos ubicar a las cintas de embalaje, cintillos, cajas de cartón y todo material que puede recubrir los materiales que llegan a obra.

**Los plásticos:** material formado de compuestos orgánicos y sintéticos que es fácilmente maleable. El plástico se genera de los recipientes de los materiales, residuos de material utilizado para procesos y recubrimiento de materiales.

**Textiles:** bajo esta condición encontraremos a la ropa de los trabajadores, trapos industriales utilizados y paño de limpieza para mantenimiento de la obra.

### **Gestión de Residuos Sólidos**

El Glosario de términos para la Gestión Ambiental Peruana elaborado por el Ministerio del Ambiente define la Gestión de Residuos Sólidos como: “Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y

evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos del ámbito de gestión municipal o no municipal, tanto a nivel nacional, regional como local.” (Ministerio del Ambiente, 2012).

La gestión de residuos de construcción y demolición consiste principalmente en evitar o minimizar la generación de residuos, a la vez, que incluye el análisis de todos los elementos y procesos que están involucrados en la generación, transporte y destino final de los residuos. Dicho de otra manera, la gestión de residuos significa tener presente todo el ciclo de vida de estos elementos.

### **Segregación de los residuos sólidos: Lugares no autorizados de acopio de residuos**

El distrito de Jesús María no está comprendido entre las zonas donde se ubiquen botaderos y rellenos sanitarios autorizados o no autorizados; sin embargo, los residuos generados en este distrito son llevados a diferentes distritos donde son depositados, a continuación, describiremos brevemente los botaderos y rellenos autorizados en la ciudad de Lima metropolitana.

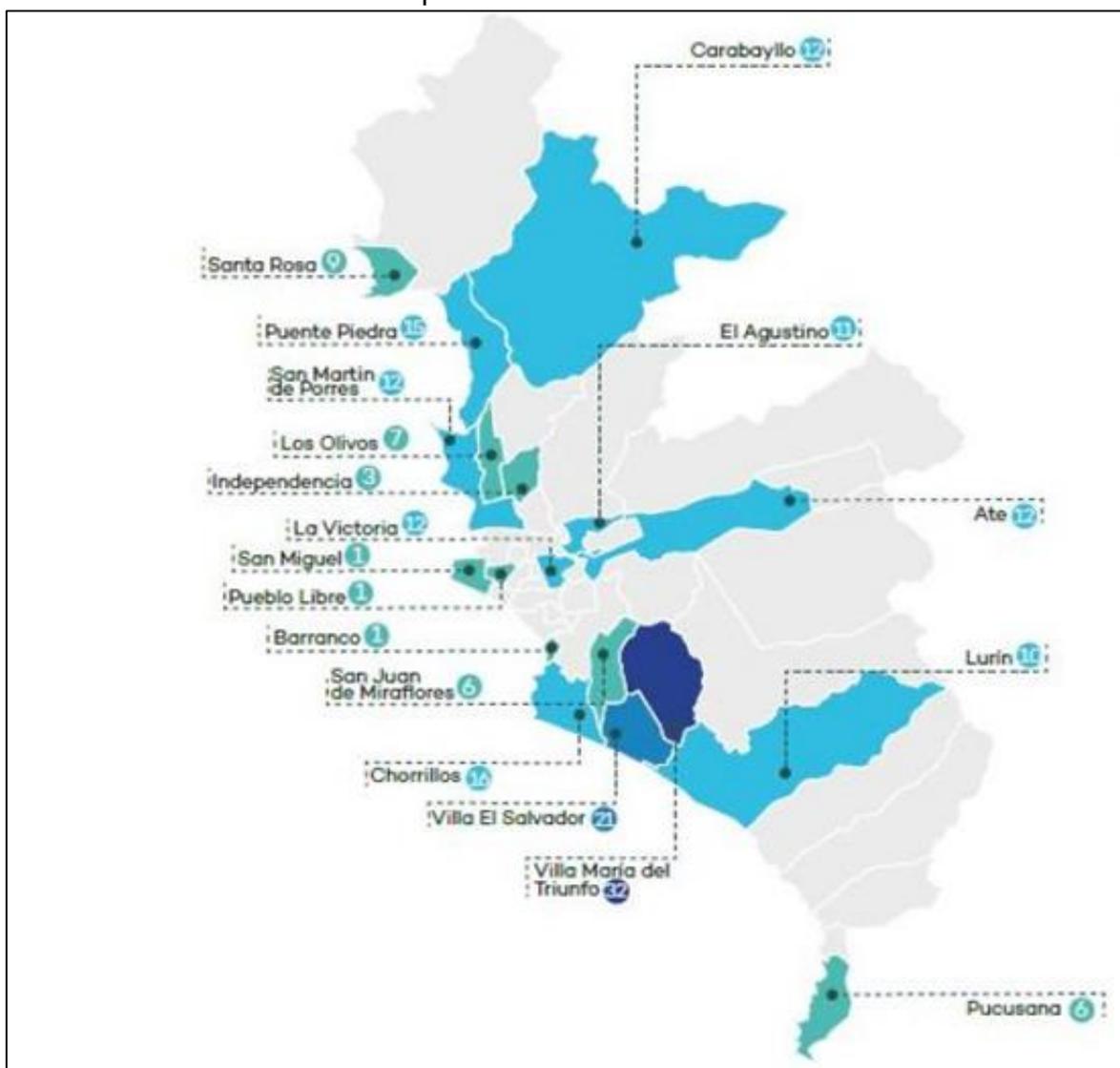
De los 43 distritos que tiene Lima Metropolitana, el 42% cuenta con al menos un punto crítico de acumulación de basura. Así lo revela el último reporte del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), correspondiente al trimestre enero –marzo 2018, según el cual en la capital se detectaron 184 puntos críticos de acopio de residuos sólidos en 18 distritos.

De acuerdo al reporte, Villa María del Triunfo presenta la mayor cantidad de basura localizada en 32 puntos críticos. Precisamente, en enero del 2018, el Ministerio de Salud declaró alerta sanitaria en dicha jurisdicción por la enorme cantidad de basura en las calles.

En segundo lugar, se ubica Villa El Salvador con 21 puntos críticos, seguido de Chorrillos (16), Puente Piedra (15), Carabayllo, La Victoria, Ate y San Martín de Porres, con 12 cada uno.

En cuanto a rellenos sanitarios se ha verificado la existencia de 02 instituciones encargadas con su licencia respectiva.

Figura 22: Puntos críticos de acumulación de residuos sólidos por distrito de Lima Metropolitana I trimestre - 2018



Fuente: Diario El Comercio. <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-184-puntos-criticos-usados-botaderos-basura-noticia-527501>.

Figura 23: Rellenos Sanitarios Ubicados en la jurisdicción de DIRESA LIMA

RELLENO SANITARIO	UBICACIÓN	COORDENADAS (UTM)		RESPONSABLE DE LA ADMINISTRACIÓN	DE REGISTRO DE LA EMPRESA QUE LO ADMINISTRA	AUTORIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO	DISTANCIA APROXIMADA DEL CENTRO POBLADO (KM)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO EN AÑOS	VOLUMEN DE RESIDUOS TN/DIA	AREA APROXIMADA IDF-RS	USUARIOS	DESCRIPCIÓN
HUAYCOLORO	Altura de Comunidad de Saracolo, quebrada Huaycoloro Km. 7 Distrito de San Antonio de Chaglla	295933E	0680169N	PETRAMS S.A.C	EPNA 105-04		3.8	10	3000	1.19	Municipalidad San Juan de Miraflores	Disposición de residuos sólidos municipales
BEFESA PERU S.A.	Quebrada chutana, Chilca-Cañete-Lima			BEFESA PERU S.A.	EPNA 09504	1678/2005/DIGESA/SA	3	> 5			Empresas Industriales y mineras	Tratamiento y Disposición Final de todo tipo de Residuos sólidos del ambito No municipal

Fuente: <https://es.scribd.com/document/354201140/RELLENOS-SANI-y-BOTADEROS-xls>

**CAPÍTULO III**  
**PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

### 3.1 Metodología

“La gestación del diseño del estudio representa el punto donde se conectan las etapas conceptuales del proceso de investigación como el planteamiento del problema, el desarrollo de la perspectiva teórica y las hipótesis con las fases subsecuentes cuyo carácter es más operativo” (Hernández Sampieri, 2014, pág. 126).

Metodológicamente, la investigación tiene un enfoque cuantitativo pues se utilizan instrumentos que nos brindan valores numéricos para el análisis de los resultados, su diseño es no experimental ya que, por motivos de presupuesto y tiempo, no se podrá ejecutar en la obra, es correlacional descriptiva, porque pretende observar la relación existente entre el reaprovechamiento de los plásticos de los residuos sólidos y el diseño de la elaboración de ladrillos sin manipular los resultados y es de tipo transeccional descriptivo por que la información es captada solo una vez (durante la construcción de la obra LEVEL) y luego se procede a hacer su descripción y análisis.

#### 3.1.1 Método

“Método cuantitativo o método tradicional: Se fundamenta en la medición de las características de los fenómenos sociales, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado, una serie de postulados que expresen relaciones entre las variables estudiadas de forma deductiva. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados” (Bernal, 2010, pág. 60).

Enfoque cuantitativo: En el enfoque cuantitativo, “el investigador utiliza sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencias respecto de los lineamientos de la investigación” (Hernández Sampieri, 2014, pág. 128).

Para la presente investigación se seguirá el método cuantitativo dado que se observarán en campo la segregación de residuos sólidos plásticos, se tomarán los registros para análisis y se valorará los resultados cuantitativos obtenidos para comprobar las hipótesis planteadas.

### **3.1.1.1 Ubicación geográfica**

Proyecto Residencial LEVEL, el terreno se encuentra ubicado en la Avenida Brasil 1483, esquina con Avenida Mello Franco Distrito de Jesús María, Provincia y Departamento de Lima, Región Lima Metropolitana.

- Área del terreno: El área del terreno es de 964.29 m<sup>2</sup>.
- Linderos: El inmueble se encuentra encerrado en los siguientes linderos:
  - Por el frente con la Avenida Brasil con 30.00 ml.
  - Por el lado derecho con propiedad de terceros con 35.60ml.
  - Por el lado izquierdo con La Avenida Mello Melgarejo con 29.40ml.
  - Por el fondo con propiedad de terceros con 30.40 ml.
- Descripción general del proyecto: El proyecto “Edificio Residencial LEVEL” cuenta con un total de 145 departamentos, distribuidos en:
  - 152 unidades de estacionamiento en un 1er nivel y 5 sótanos, complementándolo con, servicios comunes, depósitos y cisternas,
  - 152 departamentos en 19 pisos entre de departamentos Flats de 78.00m<sup>2</sup> y 85.00m<sup>2</sup> en promedio, que suman 114 unidades y 38 departamentos flat de 65.00m<sup>2</sup>
  - Áreas comunes en azotea como el Gimnasio equipado, salón de video juego, área social, 2 salones lounge, Piscina, Terrazas con zonas para parrilladas, Pista Para Trotar O, Ciclo Vía, baños, entre otros.

### **3.1.1.2 Procedimiento para la toma de muestra**

El procedimiento para la toma de muestra se dará a razón de una muestra dirigida, dado que al ser una investigación no experimental se requiere una cuidadosa y controlada elección de los casos con el fin de elegir (direccionar) las muestras con las características específicas para validar las hipótesis planteadas.

### **3.1.1.3 Elaboración del ladrillo con reaprovechamiento de los residuos sólidos plásticos de la obra Olavegoya.**

**a) Propósito:** El presente procedimiento se elabora con el fin de establecer directrices para la elaboración de ladrillos con agregado plástico tratado.

**b) Alcance:** A todo el personal involucrado en la tarea de elaboración de ladrillos con agregado plástico tratado.

**c) Base Legal:** NTP E 070.

**d) Definiciones:**

- Mezcla: Cosa que resulta de mezclar distintas materias o elementos.
- Reaprovechamiento: reutilizamiento: reutilizamiento, reciclaje, reciclamiento
- Curado: Tratamiento que se da al hormigón, mortero, etc. después de su colocación a fin de mantener húmedas sus superficies, lo cual impide la rápida evaporación del agua de amasado. Esta tarea suaviza la retracción del material y evita su agrietamiento por desecación brusca.
- Confitillo: Es un agregado que se obtiene por trituración artificial de rocas o gravas y en tamaño, que en nuestro caso es de ¼ a 3/8”.

**e) Desarrollo:**

e.1)Materiales:

- Cemento
- Arena gruesa
- Plástico tratado (lavado y triturado).
- Moldes metálicos (22x13x8 cm.)
- Agua
- Balde plástico de 20 l.
- Badilejo
- Varilla metálica
- Nivel de mano
- Red metálica con marco de madera

**e.2) Equipos:**

- Máquina trituradora.
- Hidro lavadora (este equipo puede ser remplazado por una manguera con pistola a presión).
- Mezcladora de concreto eléctrico, tipo trompo.

**e.3)Elaboración del ladrillo**

- El plástico reaprovechado es recepcionado y llevado a un proceso de lavado con agua a presión (usar para ello la hidrolavadora o manguera con pistola a presión).
- Colocar el plástico lavado sobre la red metálica con marco de madera para escurrir el agua y secar al aire libre.
- Seco el plástico, pasará al proceso de triturado (máquina trituradora), teniendo como resultado confitillo plástico de 8mm aproximadamente.
- Paralelamente se dosifican el agua, el cemento y la arena siguiendo la proporción 1:7:3 (cemento: arena gruesa: confitillo), adicionándole un 45% de plástico triturado en relación al peso del cemento, con una relación a/c de 1.225.
- Se procede a la mezcla vertiendo los materiales en las cantidades indicadas en la mezcladora tipo trompo, adicionándole el agua de a pocos y batiendo por un tiempo aproximado de 5 minutos hasta obtener una mezcla homogénea.
- Se vierte la mezcla en los moldes metálicos con la ayuda del badilejo y la varilla metálica hasta llenar al ras de los moldes. La mezcla debe ser batida bien con la varilla en el molde para que todos los ladrillos tengan la misma dimensión.
- Compactados los ladrillos, se procede a realizar el tendido, el cual se debe realizar con cuidado sobre una superficie plana y roseada con arena fina, evitando golpear la unidad.
- El curado de los ladrillos se realiza regando las unidades de ladrillos durante un periódico de 7 días, con la finalidad que continúe la reacción química del cemento, y así obtener una buena calidad y resistencia.
- Después del curado, los ladrillos se dejan secar 1 día, para luego apilarlos, evitando golpearlos y/o dañarlos, manteniéndolos secos y protegidos de la humedad.

### **3.1.2 Tipo de diseño de la investigación**

Investigación Transeccional: Hernández, R., indica que, “Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (Hernández Sampieri, 2014, pág. 154).

“Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades, etc., y proporcionar su descripción. Son, por tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptivas (de pronóstico de una cifra o valores)” (Hernández Sampieri, 2014, pág. 155).

El tipo de diseño de la investigación es transeccional descriptivo, dado que se realizó durante la ejecución de la obra Level, en el distrito de Jesús María durante el periodo agosto 2016 hasta febrero 2018.

### **3.1.3 Alcance de la investigación:**

Hernández, R., indica de los estudios correlacionales que, “Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables. Para evaluar el grado de asociación entre dos o más variables, en los estudios correlacionales primero se mide cada una de éstas, y después se cuantifican, analizan y establecen las vinculaciones. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba. Es importante recalcar que la mayoría de las veces, las mediciones de las variables que se van a correlacionar provienen de los mismos casos o participantes, pues no es lo común que se correlacionen mediciones de una variable hechas en ciertas personas, con mediciones de otra variable realizadas en personas distintas” (Hernández Sampieri, 2014, pág. 93).

Se utilizará el alcance correlacional dado que se observará la correlación existente entre el plástico recolectado y el plástico reaprovechable, así como, la relación que existe entre la cantidad de plástico y la cantidad de ladrillos que se pueden producir con lo reaprovechable.

## 3.2 Diseño de la investigación

Como lo definen excelentes metodólogos, “El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema” (Wentz, 2013).

Diseño No Experimental: Hernández, R. et al, menciona que la investigación no experimental “No se genera ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente en la investigación por quien la realiza. En la investigación No experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos” (Hernández Sampieri, 2014, pág. 152).

El presente trabajo de investigación se trató de un estudio no experimental, porque se observó el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, para después analizarlo; no se construirá ninguna situación especial, sólo se observará situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador.

## 3.3 Hipótesis de la investigación

Según Hernández, R. (2014), la Hipótesis de investigación son: “Proposiciones tentativas sobre las posibles relaciones entre dos o más variables”. (p.107)

### **3.3.1 Hipótesis general**

El tratamiento del plástico reaprovechable se relaciona directa y significativamente con el diseño para la elaboración de ladrillos, de la obra LEVEL, Jesús María, Lima, 2016-2018.

### **3.3.2 Hipótesis específicas**

**3.3.2.1** La cantidad de plástico reaprovechable influye de manera significativa en la cantidad de ladrillos a producir en la obra Level, Jesús María, Lima, 2016-2018.

**3.3.2.2** La cantidad específica de plástico reaprovechable influye de manera significativa en la frecuencia de aplicación del diseño de ladrillos en la obra Level, Jesús María, Lima, 2016-2018.

## **3.4 Variables**

“Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse” (Hernández Sampieri, 2014, pág. 105).

### **3.4.1 Variable 1**

Tratamiento del plástico reaprovechable.

### **3.4.2 Variable 2**

Diseño para la elaboración de ladrillos

### **3.4.3 Operacionalización de la variable**

“Una definición operacional está constituida por una serie de procedimientos o indicaciones para realizar la medición de una variable definida conceptualmente” (Kerlinger, 1979).

La operacionalización de las variables está estrechamente vinculada al tipo de técnica o metodología empleadas para la recolección de datos. Estas deben ser compatibles con los objetivos de la investigación, a la vez que responden al enfoque empleado, al tipo de investigación que se realiza, estas técnicas, en líneas generales, pueden ser cualitativas o cuantitativas.

Tabla 1: Tabla de matriz de operacionalización de variables.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLES	CONCEPTOS	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE 1 Tratamiento del plástico reaprovechable	<p><b>Plástico:</b> son aquellos materiales que, compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura.</p> <p><a href="https://definicion.de/plastico/">https://definicion.de/plastico/</a></p>	<p><b>Reutilizar:</b> son muchos los objetos que pueden tener una segunda vida útil o se pueden emplear de manera diferente. Donar ropa en buen estado, reutilizar los envases plásticos de bebidas adaptándolos como floreros o para sembrar plantas, son algunas opciones para reutilizar objetos.</p> <p>Fecha de actualización: 03/03/2017. "Reducir". En: <a href="https://www.significados.com/">Significados.com.</a> Disponible en: <a href="https://www.significados.com/reducir/">https://www.significados.com/reducir/</a></p> <p>Consultado: 13 de diciembre de 2018, 05:31 pm.</p>	<p>PRa= Cantidad de plástico aprovechable.</p> <p>PNRa = Cantidad de plástico no aprovechable.</p> <p>TPT = Cantidad de plástico total.</p> <p>PRa = <math>\frac{\text{PNRa}}{\text{TPT}}</math></p>	NOMINAL
	RM N°637-2006/MINSA. Art. 5c.			

**VARIABLE 2**  
**Diseño para la elaboración de ladrillos**

**Diseño:** [...], la palabra diseño se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, ya sea mentalmente o en un soporte material, antes de concretar la producción de algo. El término también se emplea para referirse a la apariencia de ciertos productos en cuanto a sus líneas, forma y funcionalidades.  
<https://definicion.de/disenol/>

**Ladrillos ecológicos:** Es un mampuesto de dimensiones convencionales (5,5 cm x 12,5 cm x 6,2cm), fabricado con cemento Pórtland común y plástico [...]. Esta tecnología de ladrillos permite utilizar materiales no tradicionales (plásticos reciclados) en forma tradicional para construir ladrillos usados en mamposterías.  
<http://ladrillospet.blogspot.com/2016/06/ladrillo-pet-que-son-los-ladrillos-pet.html?view=flipcard>

**Ladrillo:** es la unidad de albañilería fabricada con arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno. Autor NTP ITINTEC 331.017

PRa= Cantidad de plástico aprovechable.  
 DEL= Cantidad de plástico aprovechable requerido por ladrillo.  
 TPT = Cantidad de plástico total.  
 % PAL = Porcentaje de agregado plástico por ladrillos  

$$\% PAL = \frac{DEL}{TPT} \times 100$$

NOMINAL

Fuente: Elaboración propia.

## **3.5 Cobertura del estudio de la investigación**

### **3.5.1 Universo**

El universo es la cantidad total de individuos o elementos en los cuales puede presentarse determinada característica susceptible a ser estudiada.

Para la presente investigación serán todos los residuos plásticos reaprovechables de las obras de construcción – Jesús María – 2016-2018.

### **3.5.2 Población**

“Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (Lepkowski, 2008b).

“El tamaño depende de qué tan grande sea la población (un número representativo de casos). Se determina a partir de fórmulas y estimaciones de probabilidad” (HERNANDEZ, 2014, pág. 12).

Para la investigación, la población comprende a los ladrillos elaborados en **16 semanas**.

### **3.5.3 Muestra**

“Para el proceso cuantitativo, la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (HERNANDEZ, 2014, pág. 173).

Bajo esta definición definiremos la población y muestra serán la misma cantidad por lo tanto la muestra comprende a los ladrillos elaborados en **16 semanas**.

### 3.5.4 Muestreo

Hernández, R., nos indica que, “muestrear” es el acto de seleccionar un subconjunto de un conjunto mayor, universo o población de interés para recolectar datos a fin de responder a un planteamiento de un problema de investigación. (Hernández R., 2014, pág. 567).

Para el muestreo de la investigación se tomaron la cantidad de plástico reaprovechable generados en la obra Level durante los años 2016 – 2018.

Las cantidades recolectadas mensualmente se describen en los siguientes:

Tabla 2: Plástico recolectado por meses, 2016.

<b>Plástico recolectado por meses 2016</b>					
<b>Mes</b>	<b>Kg. total de plástico</b>	<b>Kg. plástico reaprovechable</b>	<b>Kg. plástico no reaprovechable</b>	<b>Tn. plástico reaprovechable</b>	<b>Tn. plástico no reaprovechable</b>
Agosto	98	90	8	0.09	0.008
Septiembre	96	88	8	0.088	0.008
Octubre	85	78	7	0.078	0.007
Noviembre	95	91	4	0.091	0.004
Diciembre	69	67	2	0.067	0.002

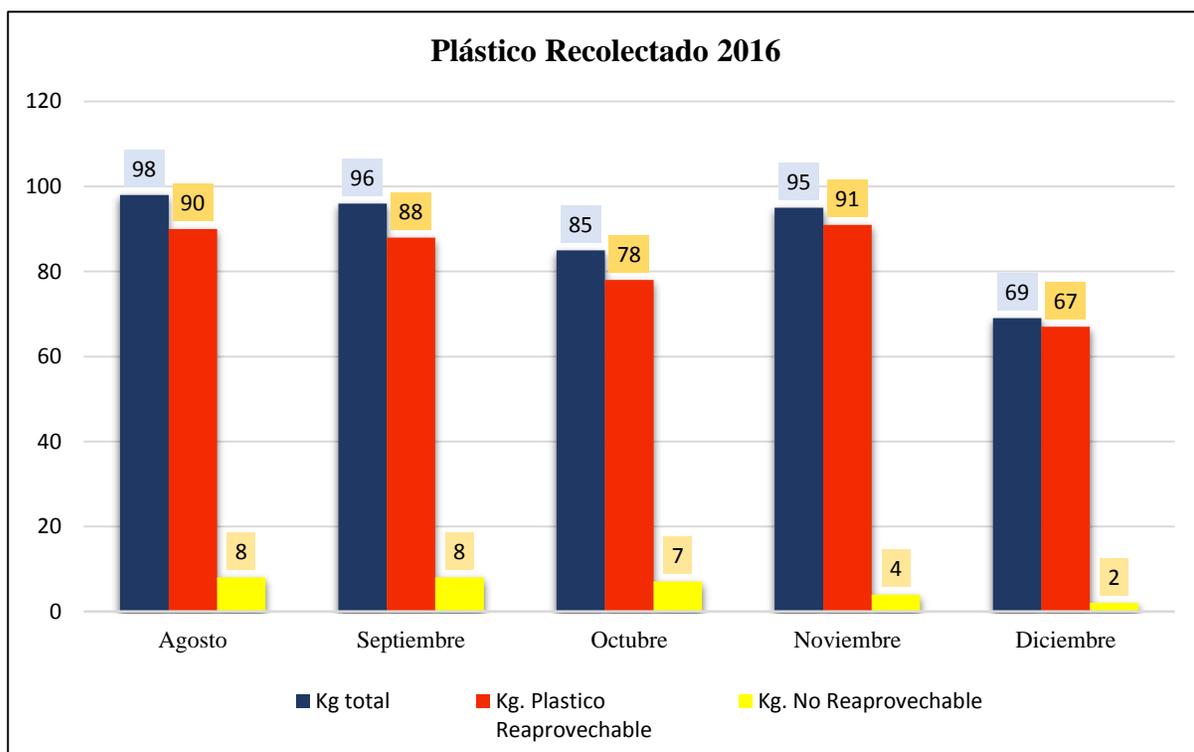
Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en análisis de campo - Obra Level.

Tabla 3: Plástico recolectado por meses, 2017.

<b>Plástico recolectado por meses 2017</b>						
<b>Mes</b>	<b>Kg. total de plástico</b>	<b>Kg. plástico reaprovechable</b>	<b>Kg. plástico no reaprovechable</b>	<b>Tn. plástico reaprovechable</b>	<b>Tn. plástico no reaprovechable</b>	
Enero	103	90	13	0.09	0.013	
Febrero	89	71	18	0.071	0.018	
Marzo	88	79	9	0.079	0.009	
Abril	125	105	20	0.105	0.02	
Mayo	129	108	21	0.108	0.021	
Junio	147	130	17	0.13	0.017	
Julio	98	80	18	0.08	0.018	
Agosto	87	76	11	0.076	0.011	
Septiembre	98	80	18	0.08	0.018	
Octubre	105	76	29	0.076	0.029	
Noviembre	101	79	22	0.079	0.022	
Diciembre	140	97	43	0.097	0.043	

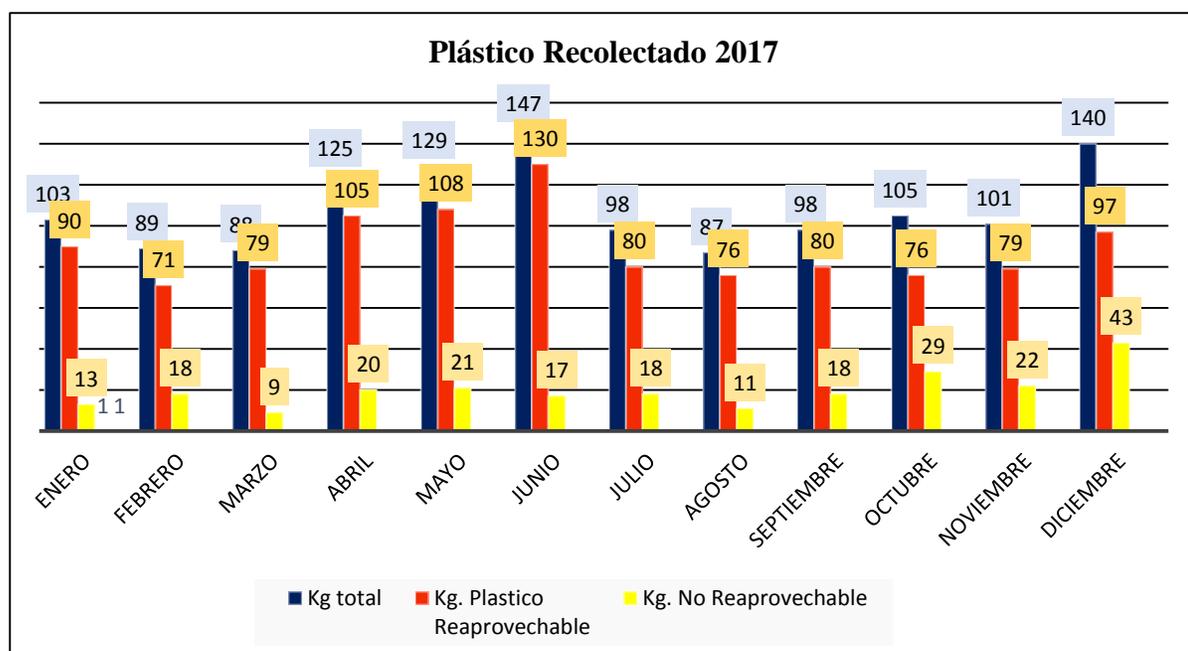
Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en análisis de campo - Obra Level.

Figura 24: Plástico recolectado 2016.



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en análisis de campo - Obra Level.

Figura 3 Plástico recolectado 2017



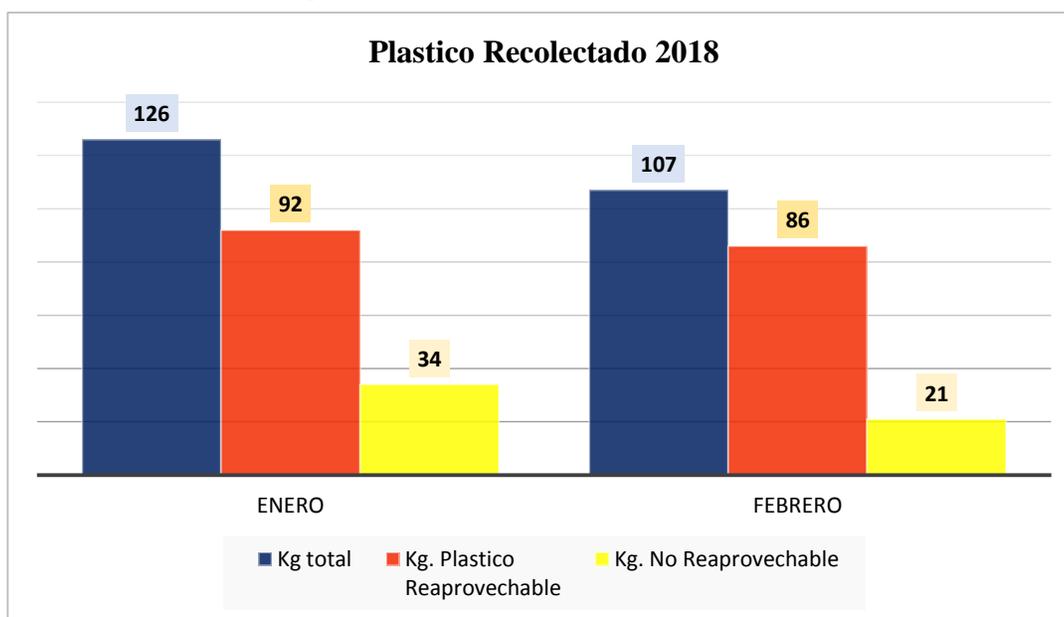
Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en análisis de campo - Obra Level.

Tabla 4: Plástico recolectado por meses 2018

<b>Plástico recolectado por meses</b>					
<b>Mes</b>	<b>Kg. Total de plástico</b>	<b>Kg. plástico reaprovechable</b>	<b>Kg. plástico no reaprovechable</b>	<b>Tn. plástico reaprovechable</b>	<b>Tn. plástico no reaprovechable</b>
Enero	126	92	34	0.092	0.034
Febrero	107	86	21	0.086	0.021

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en análisis de campo - Obra Level.

Figura 26 Plástico recolectado 2018



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en análisis de campo - Obra Level.

## 3.6 Técnicas e instrumentos

### **3.6.1 Técnicas de la Investigación**

Hernández, S., afirma que, “El momento de aplicar los instrumentos de medición y recolectar los datos representa la oportunidad para el investigador de confrontar el trabajo conceptual y de planeación con los hechos.” (Hernández R., 2014, pág. 196).

Las técnicas que se utilizaron, en la investigación son las siguientes:

- a) Recolección de datos.** - Implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico.
- b) Análisis documental.** - Esta técnica permitirá conocer, comprender, analizar e interpretar cada una de las normas, revistas, textos, libros, artículos de Internet y otras fuentes documentales relacionadas a la transformación del plástico Reaprovechable en la elaboración de ladrillos PET.
- c) Conciliación de datos.** - Los datos de algunos autores sobre el desarrollo del tema de Investigación, serán conciliados con otras fuentes, para que sean tomados en cuenta.

### **3.6.2 Instrumentos de la investigación**

Según Hernández, R. et al, Toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad. (Hernández R, 2014, pág. 200-206).

En este trabajo de investigación se ha utilizado como instrumento de recolección de datos el Registro de material plástico reciclado -RRSS (PG. RRSS.F01). Este formato fue implementado para registrar en kilos el plástico recaudado de los residuos sólidos de la obra Level.

Figura 27: Formato de Registro de material plástico reciclado -RRSS (PG. RRSS.F01)

REGISTRO DE MATERIAL PLÁSTICO RECIKLADO - RRSS								
EMPRESA			RESPONSABLE DE LA SALIDA:					
CENA			RESPONSABLE DEL REGISTRO:					
UBICACIÓN DEL ÁREA DE AGRUP:				FECHA DE CALIBRACIÓN DE LA BALANZA:				
ITEM	TOTAL DE PLÁSTICO RECIKLADO	TOTAL kg. DE PLÁSTICO REAPROVECHABLE	TOTAL kg. DE PLÁSTICO NO REAPROVECHABLE	TOTAL Tn. DE PLÁSTICO REAPROVECHABLE	TOTAL Tn. DE PLÁSTICO NO REAPROVECHABLE	FECHA DEL REGISTRO	FIRMA DEL RESPONSABLE DEL REGISTRO	OBSERVACIONES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

NOTA: En el recuadro de observaciones debe escribirse todos los cambios de lugar, mantenimiento del área, problemas del reciclaje detectados y cualquier otro reporte que el responsable considere en favor de la mejora continua del proceso de recolección de RRSS. De no tener espacio suficiente puede continuar en las paginas siguientes.

Llenado el registro deberá entregarse en el área de seguridad para su cierre y archivo.

Responsable del registro

Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

CÓDIGO: PG.RRSS.F01 REVISIÓN 00 1

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.6.3 Fuentes

La fuente para el presente trabajo es la cantidad de kilos de plástico reaprovechable que mes a mes se registra en el formato PG. RRSS.F01 de los residuos sólidos e la obra Level.

#### 3.6.3.1 Validez y confiabilidad del instrumento

**Validez.** - La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir.

**Objetividad del instrumento.** - Grado en el que el instrumento es o no permeable a la influencia de los sesgos y tendencias de los investigadores que lo administran, califican e interpretan.

**Confiabilidad.** - La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.

El juicio de expertos, según Skjong y Wentworth (2000), es aquel método que permite validar un instrumento. Este método consiste en la opinión de profesionales los cuales cuentan con una trayectoria en el tema objeto de investigación, quienes a su vez pueden brindar juicio, valoración y recomendación sobre la temática en cuestión (Skjong & Wenworth, 2000, pág. 02).

Para la presente investigación se utilizó 5 juicios de expertos, quienes cuentan con una amplia trayectoria y especialización sobre el presente tema de investigación. Ellos han validado el Registro de material plástico reciclado -RRSS concernientes a los instrumentos de recolección de datos, habiendo previamente observado y validado la matriz de consistencia. Las fichas y validaciones en cuestión se observan en el Anexo (2).

Tabla 5: Validación de profesionales expertos

<b>PROFESIONALES EXPERTOS</b>		<b>Puntuación en porcentaje</b>
1	Zela de Chávez, Wilder	95%
2	Quispe Ramos, Billy J.	93%
3	Guillen Holgado, Rosa Sirene	97%
4	Tong Chávez, Catherine Zumi	95%
5	Velasco Vences, Arturo	95%

Fuente: Elaboración propia.

## 3.7 Procesamiento estadístico de la información

### **3.7.1 Estadísticos**

Para el análisis de los datos se tomaron los registros de material plástico reciclado - RRSS. Luego se realizó una tabla en Excel con los datos obtenidos y se analizaron los datos para evaluar la frecuencia de envío del plástico reaprovechable a disposición para su tratamiento y uso en la elaboración de ladrillos.

Ver cálculo de cantidad plástico tratado para ladrillos a producir la cual se ubica en los anexos.

Tabla 6: Datos para la elaboración del ladrillo

Mes	Kg. Total de plástico	Kg. plástico reaprovechable	Kg. plástico no reaprovechable	Tn. plástico reaprovechable	Tn. plástico no reaprovechable	Cantidad de ladrillos x Kg. plástico
Ago-16	98	90	8	0.09	0.008	115
Set-16	96	88	8	0.088	0.008	112
Oct-16	85	78	7	0.078	0.007	100
Nov-16	95	91	4	0.091	0.004	116
Dic-16	69	67	2	0.062	0.002	85
Ene-17	103	90	13	0.09	0.013	115
Feb-17	89	71	18	0.071	0.018	91
Mar-17	88	79	9	0.079	0.009	101
Abr-17	125	105	20	0.105	0.02	134
May-17	129	108	21	0.108	0.021	138
Jun-17	147	130	17	0.13	0.017	166
Jul-17	98	80	18	0.08	0.018	102
Ago-17	87	76	11	0.076	0.011	97
Set-17	98	80	18	0.08	0.018	102
Oct-17	105	76	29	0.076	0.029	97
Nov-17	101	79	22	0.079	0.022	101
Dic-17	140	97	43	0.097	0.043	124
Ene-18	126	92	34	0.092	0.034	118
Feb-18	107	86	21	0.086	0.021	110

Fuente: Elaboración propia.

Por la cantidad de kilos obtenidos mensualmente y el volumen de acopio posible en obra se determinó que la frecuencia de envío debe ser trimestral, siendo así su traslado rentable y en los márgenes del presupuesto, para esta actividad, de la obra.

Tabla 7: Frecuencia de envío de plástico a planta de trituración.

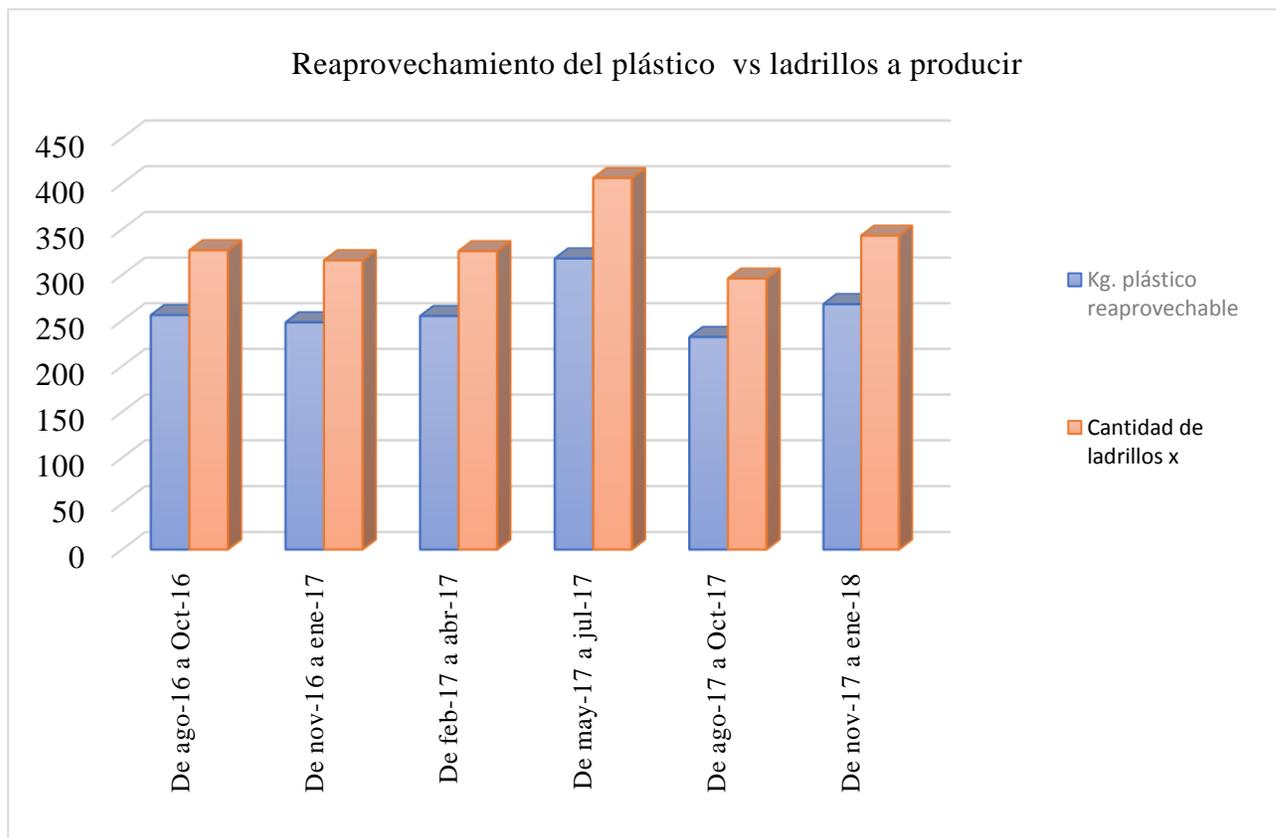
Mes	Kg. Total de plástico	Kg. plástico reaprovechable	Kg. plástico no reaprovechable	Tn. plástico reaprovechable	Tn. plástico no reaprovechable	Cantidad de ladrillos x Kg. plástico reaprovechado
De ago-16 a Oct-16	279	256	23	0.256	0.023	327
De nov-16 a ene-17	267	248	19	0.243	0.019	316
De feb-17 a abr-17	302	255	47	0.255	0.047	326
De may-17 a jul-17	374	318	56	0.318	0.056	406
De ago-17 a Oct-17	290	232	58	0.232	0.058	296
De nov-17 a ene-18	367	268	99	0.268	0.099	343

Datos obtenidos en análisis de campo (Fuente: Elaboración propia)

### 3.7.2 Representación

De los datos recopilados obtenemos el siguiente gráfico:

Figura 28: Reaprovechamiento del plástico vs ladrillos a producir.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.7.3 Técnicas de comprobación de hipótesis

Para la prueba de la hipótesis planteada se usaron las siguientes pruebas estadísticas:

**Coefficiente de correlación de Pearson:** Es una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o de razón. Se le conoce también como “coeficiente producto-momento”.

El coeficiente de correlación de Pearson se calcula a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra en dos variables. Se relacionan las puntuaciones recolectadas de una variable con las puntuaciones obtenidas de la otra, con los mismos participantes o casos (The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences, 2009g; Bagiella, 2007;

Onwuegbuzie, Daniel y Leech, 2006a). Nivel de medición de las variables: intervalos o razón. Interpretación: el coeficiente  $r$  de Pearson puede variar de  $-1.00$  a  $+1.00$ , donde:  $-1.00$  = correlación negativa perfecta. (“A mayor X, menor Y”, de manera proporcional. Es decir, cada vez que X aumenta una unidad, Y disminuye siempre una cantidad constante). Esto también se aplica “a menor X, mayor Y”.  $-0.90$  = Correlación negativa muy fuerte.  $-0.75$  = Correlación negativa considerable.  $-0.50$  = Correlación negativa media.  $-0.25$  = Correlación negativa débil.  $-0.10$  = Correlación negativa muy débil.  $0.00$  = No existe correlación alguna entre las variables.  $+0.10$  = Correlación positiva muy débil.  $+0.25$  = Correlación positiva débil.  $+0.50$  = Correlación positiva media.  $+0.75$  = Correlación positiva considerable.  $+0.90$  = Correlación positiva muy fuerte.  $+1.00$  = Correlación positiva perfecta (“A mayor X, mayor Y” o “a menor X, menor Y”, de manera proporcional).

Cada vez que X aumenta, Y aumenta siempre una cantidad constante). El signo indica la dirección de la correlación (positiva o negativa); y el valor numérico, la magnitud de la correlación. Los principales programas computacionales de análisis estadístico indican si el coeficiente es o no significativo de la siguiente manera:  $r = 0.7831$  (valor del coeficiente)  $s$  o  $P = 0.001$  (significancia)  $N = 625$  (número de casos correlacionados) Si  $s$  o  $P$  es menor del valor  $0.05$ , se dice que el coeficiente es significativo en el nivel de  $0.05$  (95% de confianza en que la correlación sea verdadera y 5% de probabilidad de error). Si es menor a  $0.01$ , el coeficiente es significativo al nivel de  $0.01$  (99% de confianza de que la correlación sea verdadera y 1% de probabilidad de error). O bien, otros programas como IBM SPSS® presentan los coeficientes de correlación en una tabla, donde las filas o columnas son las variables asociadas y se señala con asterisco(s) el nivel de significancia: un asterisco (\*) implica que el coeficiente es significativo al nivel del  $0.05$  y dos asteriscos (\*\*) que es significativo al nivel del  $0.01$ .

**El test de Shapiro-Wilk:** El estadístico  $W$  de Shapiro-Wilks mide la fuerza del ajuste con una recta. Cuanto mayor sea el valor de este estadístico mayor desacuerdo habrá con la recta de normalidad, por lo que se rechazará la hipótesis nula.

Es un contraste de ajuste que se utiliza para comprobar si unos datos determinados ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) han sido extraídos de una población normal. Los parámetros de la distribución no tienen por qué ser conocidos y está adecuado para muestras pequeñas ( $n < 50$ ).

Un contraste de ajuste tiene como objetivo comprobar si con base en la información suministrada por una muestra se puede aceptar que la población de origen sigue una determinada distribución de probabilidad, en nuestro caso, la distribución normal.

**CAPÍTULO IV**

**ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE**

**RESULTADOS**

## 4.1 Resultados de la investigación

Aplicamos las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk para valorar los datos obtenidos en el registro materiales plásticos y obtenemos los siguientes resultados:

*Tabla 8:* Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk			Distribución
	Estadístico	gl	Sig.	
Kg. PLASTICO RECICLADO	0,930	19	0,177	Normal
Kg. PLASTICO REAPROVECHABLE	0,897	19	0,042	No normal
CANTIDAD DE LADRILLOS (POR KILOS)	0,899	19	0,046	No normal

Fuente: Elaboración propia.

**Corrección de la significación de Lilliefors:** Dicha prueba es válida para muestras menores a 50 datos, y dado que dos de las variables no cumplen este requisito (Sig menores que 0.05) para probar la correlación entre las variables se consideró la prueba No paramétrica de Spearman.

Tabla 9: Análisis de la producción de plástico reprovechable en kilogramos

<b>Prueba para una muestra</b>		
95% Intervalo de confianza para la media		
	Inferior	Superior
Mensual	80.36	94.69
Bimestral	156.75	193.69
Trimestral	231.88	293.78

Fuente: Elaboración propia.

Con la tabla anterior se analiza la frecuencia de envío del plástico reprovechable para la elaboración de ladrillos.

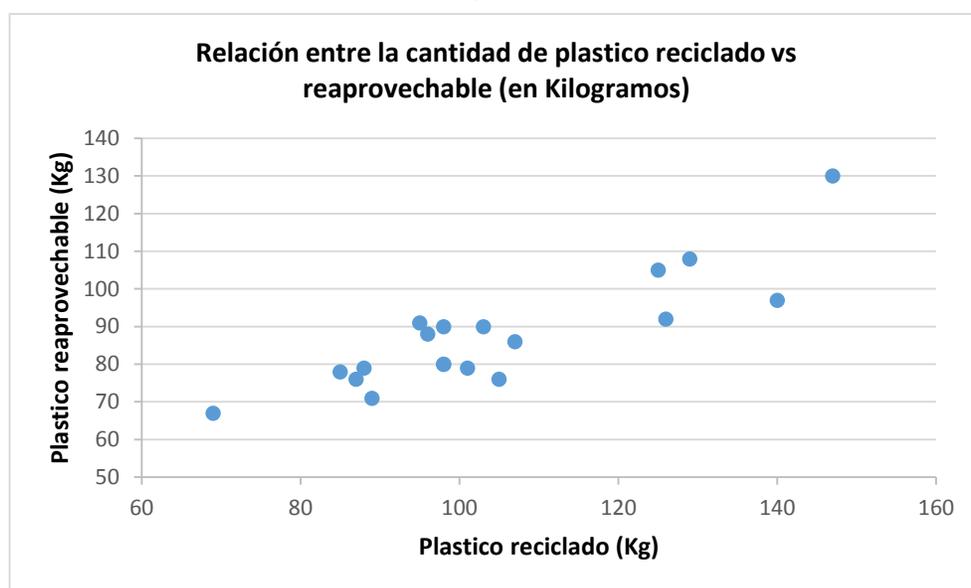
Tabla 10: Correlación entre las variables

<b>Correlaciones</b>			Plástico reciclado (Kg)
	<b>Coefficiente de correlación</b>		<b>0,776</b>
	Sig. (bilateral)		0,000
Rho de Spearman	N		19
	<b>Coefficiente de correlación</b>		<b>0,776</b>
	Sig. (bilateral)		0,000
	N		19

Fuente: Elaboración propia.

Al aplicar el coeficiente de correlación de Spearman se observa una relación de 0.776 y un valor de significancia 0.00 existente entre la cantidad de plástico reprovechable (Kg.) de la obra Level con la cantidad de plástico reciclado.

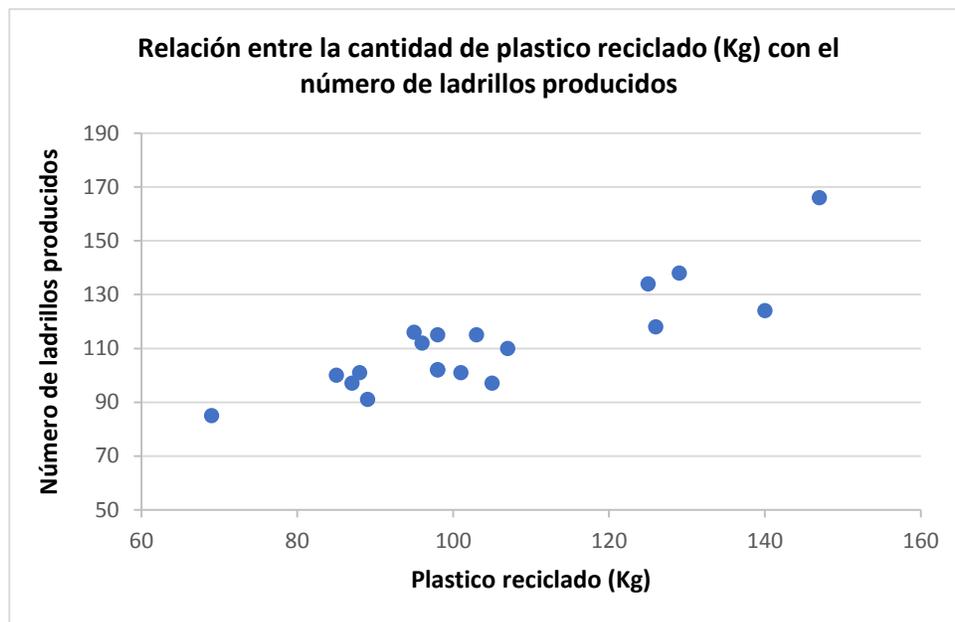
Figura 29: Relación entre cantidad de plástico reciclado vs reprovechable (en kilogramos)



Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la relación entre la cantidad de plástico reciclado (en kilogramos) y la cantidad de plástico reprovechable (en kilogramos) se observa una relación directa.

Figura 30: Relación entre la cantidad de plástico reciclado (Kg) con el número de ladrillos producidos



Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la relación entre la cantidad de plástico reciclado (en kilogramos) y el número de ladrillos producidos se observa una relación directa, esto significa que, al aumentar la cantidad de plástico reciclable, también aumenta la cantidad de ladrillos producidos.

## 4.2 Discusión

Alexander Jhoel Astopilco Valiente, en su tesis: “Comparación de las propiedades físico-mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos de PVC, Cajamarca, 2015”. Nos recomienda que:

Al elaborar los ladrillos ecológicos a partir de plástico triturado se recomienda que las partículas sean las más pequeñas posibles, ya que estas facilitarían la homogenización de la mezcla la cual nos dará mejor consistencia por la cual el acabado de los ladrillos ecológicos será mejor.

Diseñar diferentes formas o tipos de moldes donde el espacio sea controlado y manejado en la cual, se elaborarán los ladrillos ecológicos dándoles formas y diseños múltiples a desear.

Evaluar el aspecto social, económico, ambiental con el fin de darle un uso comercial a este producto.

Implementar un sistema de manejo de residuos sólidos en la universidad con el fin de dar alternativas de solución a esta problemática.

Temas que se consideraron para esta evaluación y según los resultados obtenidos se emitirán las conclusiones.

En la tesis: "Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico Polietileno-Tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción". Los autores Brayan Caballero Meza y Orlando Florez Lengua nos indica que Costo: El ladrillo de plástico reciclado es económico por:

- La materia prima para su fabricación es plástico reciclado.
- La técnica de fabricación es muy simple y puede ser realizada por personal no calificado.
- No es necesaria una infraestructura de gran envergadura para producir el material.
- Se ahorra material de unión entre elementos utilizando el modelo de ladrillo optimizado ya que se ensamblaría sin ningún tipo de pegamentos.
- Se disminuye el tiempo de construcción y la mano de obra debido a su fácil y rápido ensamble.
- Hay un "ahorro a largo plazo" por la reducción de la contaminación del medio ambiente, mediante el reciclaje de materiales de descarte.
- La materia prima (PET y PEAD) es reciclada mediante un proceso muy simple y barato pues no necesita estar limpio para ser procesado.

- El procesamiento de estos materiales plásticos no deja residuos sin utilizar ya que incluso el sobrante molido es reutilizado.
- Se evita el enterramiento y/o quema de estos materiales evitando focos de contaminación y gastos innecesarios.
- Se le da valor agregado al material, puesto que de “residuo” pasa a ser “materia prima” en este proceso.

Puntos que fueron considerados para la investigación y su planteamiento en la obra Level, dado que, su implementación es factible dentro del presupuesto establecido para la obra.

En la tesis: “Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la fabricación de ladrillos vibro compactado de cemento”. Los autores Einer Javier Arrascue Bazán y Marx Engels Cano Herrera nos enuncian que “La calidad de los ladrillos dependen de cada etapa del proceso de fabricación: de la selección de los agregados, la correcta determinación de la dosificación, una perfecta elaboración en lo referente al mezclado, moldeado y vibrado”. Por ello, se siguió el procedimiento establecido para la obra Level en la recolección, clasificación y almacenamiento de los plásticos a reaprovechar.

En la tesis: “Elaboración de una mezcla cementicia y agregados de plástico reciclados, para fabricar ladrillos ecológicos, Loreto, 2014” de Alfonso Junior Valles Vargas Los ladrillos con porcentajes de PVC triturado podrían utilizarse en muros perimétricos, parapetos, jardinería, en albañilería aporticada y en muros no portantes. Lo cual se referenciará con los análisis de laboratorio a realizar en caso de implementarse la fabricación de los ladrillos.

### **4.3 Contrastación de Hipótesis**

Teniendo en consideración las hipótesis planteadas y las pruebas estadísticas realizadas se acota que:

Aplicando la prueba de normalidad a todos los datos recolectados, se observa que los datos obtenidos de los residuos plásticos tienen una distribución normal; sin embargo, los datos de plástico reprovechable y cantidad de ladrillosa producir son no normales por lo que se aplicó la prueba No paramétrica de Spearman.

Para identificar la frecuencia de aplicación del diseño de ladrillos, se analizaron tres posibilidades, un envío mensual, bimestral o trimestral. Para esta elección se consideró el análisis mediante el intervalo de confianza al 95% para la producción promedio de plástico reprovechable, por ello, a un nivel mensual la producción promedio se estima entre 80.36kg a 94.67Kg, para una producción bimestral se encontró que la producción media en este intervalo estuvo entre 156.75kg a 193.69kg, finalmente para la producción trimestral se estima una producción promedio entre 231.88kg a 293.78 kg, siendo esta última la más favorable.

Al observar la relación existente entre la cantidad de plástico reprovechable (Kg) de la obra Level con la cantidad de plásticos reciclado (Kg), se encontró una correlación de Spearman de 0.776 y un valor de significancia de 0.00.

Al analizar la relación entre la cantidad de plástico reciclado (en kilogramos) y la cantidad de plástico reprovechable (en kilogramos) se observa una relación directa, esto significa que, al aumentar la cantidad de plástico reciclable, también aumenta la cantidad de plástico reprovechable.

Al analizar la relación entre la cantidad de plástico reciclado (en kilogramos) y el número de ladrillos producidos se observa una relación directa, esto significa que, al aumentar la cantidad de plástico reciclable, también aumenta la cantidad de ladrillos producidos.

## **CONCLUSIONES**

Aplicando la prueba de la normalidad encontramos que los datos recolectados en el muestreo cumplen con el requisito (Sig menores que 0.05).

Para probar la correlación entre las variables se consideró la prueba No paramétrica de Spearman.

Se estima que, la frecuencia de aplicación del diseño de ladrillos, realizando el análisis mediante el intervalo de confianza al 95% para la producción promedio de plástico reprovechable, da una producción media en los siguientes rangos:

Mensual: entre 80.36kg a 94.67Kg.

Bimestral: entre 156.75kg a 193.69kg.

Trimestral: entre 231.88kg a 293.78 kg

Siendo la trimestral considerada como el envío más favorable para el envío.

Se encontró una correlación de Spearman de 0.776 y un valor de significancia de 0.00, en la relación existente entre la cantidad de plástico reprovechable (Kg) de la obra Level con la cantidad de plásticos reciclado (Kg), con ello, se puede afirmar que la correlación entre estas variables es alta, positiva y significativa (Sig < 0.05).

Al analizar la relación entre la cantidad de plástico reciclado (en kilogramos) y la cantidad de plástico reprovechable (en kilogramos) se observa una relación directa, esto significa que, al aumentar la cantidad de plástico reciclable, también aumenta la cantidad de plástico reprovechable.

Al analizar la relación entre la cantidad de plástico reciclado (en kilogramos) y el número de ladrillos producidos se observa una relación directa, esto significa que, al aumentar la cantidad de plástico reciclable, también aumenta la cantidad de ladrillos producidos.

Se concuerda con las recomendaciones de Alexander Jhoel Astopilco Valiente, tanto en la trituración para facilitar el proceso de homogenización como en el impacto favorable

económico para la empresa. Asimismo, se concluye que si es factible el reaprovechamiento del plástico en obra como él lo sugiere para su universidad.

De lo propuesto por Brayan Caballero Meza y Orlando Florez Lengua se concluye que, efectivamente no es necesario personal calificado para la recolección de los datos y el pesaje del plástico, sin embargo, si es óptimo dar una capacitación al respecto y realizar un monitoreo mensual del calibrado de la balanza y dar monitoreo aleatorio a la tarea del encargado de la cuantificación del plástico y el correcto llenado del registro. A su vez, se concuerda en que el modelo es un trabajo con resultados a largo plazo dado que los beneficios no son perceptibles hasta después de los 6 meses de acopio y, que es el material triturado es fácil de acopiar y su uso es en totalidad.

Con Einer Javier Arrascue Bazán y Marx Engels Cano Herrera se concuerda en que todo el proceso es básico; empero, al no ser esta investigación experimental, no se puede corroborar lo descrito.

Según la E 070 y las proporciones propuestas para la elaboración de ladrillos con residuos plásticos descritos en esta investigación, lo indicado por Alfonso Junior Valles Vargas es concordante con lo analizado.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda el reaprovechamiento de los residuos plásticos en las obras de construcción civil por su aporte al medio ambiente y cumplimiento de las normativas vigentes.

La concientización en los trabajadores y su participación en la recolección de dicho material es fundamental, por ello se recomienda campañas de capacitación y concientización trimestrales pudiendo brindarse en las capacitaciones de inicio de jornada.

Se recomienda incluir la buena práctica de reaprovechamiento del plástico desde la concepción del proyecto, incluyéndolo en el plan de gestión de residuos sólidos que toda obra de construcción debe tener.

Es favorable para la empresa este tipo de buenas prácticas, se recomienda hacer un balance económico del mismo en una futura implementación para mostrar con cantidades monetarias el costo beneficio que atribuye a la empresa.

Se recomienda difundir el presente estudio a otras empresas para que, de no poder ser aplicado en las futuras obras de la empresa, se pueda seguir el modelo en otras empresas que puedan aperturarse a la propuesta.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Costarricense de la industria plastica. (Agosto de 2014). *Guía aprovechamiento de residuos plásticos*. Obtenido de [http://aciplast.org/images/aciplast/otros/guia\\_aprovechamiento\\_residuos\\_plasticos.pdf](http://aciplast.org/images/aciplast/otros/guia_aprovechamiento_residuos_plasticos.pdf)
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*.
- Caballero Meza, B., & Florez Lengua, O. (2016). *Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico Polietilen-Tereftalato (PET) Como alternativa sostenible para la construcción*. Obtenido de <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/4404/1/documento%20final%20tesis%20de%20grado.pdf>
- Centro de Seguimiento de la Conservación Mundial del PNUMA (WCMC). (s.f.). *Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/forestry/5004/es/>
- Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-Eficientes. (2016). *Gestión de residuos y producción de bloques con material reciclado in situ en una obra de escala intermedia en la ciudad de Buenos Aires, Argentina*. Obtenido de <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/59471/Yajnes%20marta%20%28espa%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Dirección General de Calidad Ambiental. (s.f.). *Dirección General de Calidad Ambiental*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/>
- Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable. (s.f.). *Iniciativas del CPAU en la Ciudad de Buenos Aires*. Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/59478/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/59478/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Estrada Padilla, D. V. (2016). *Fortalecimiento técnico del manual de intervención social, especialmente en su segundo módulo Gestión integral de residuos sólidos*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4208/1/Fortalecimiento%20t%C3%A9cnico%20del%20manual%20de%20intervenci%C3%B3n%20social%20especialmente%20en%20su%20segundo%20modulo%20Gestion%20integral%20de%20residuos%20sólidos.pdf>
- Gaggino , R., Arguello, R., & Barretta, H. (s.f.). *Centro Experimental de la Vivienda Económica*. Obtenido de Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Republica Argentina: [http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007\\_artigo\\_026.pdf](http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2007/2007_artigo_026.pdf)
- Gestores de residuos plasticos. (23 de Marzo de 2015). *La clasificación de los plásticos*. Obtenido de <https://gestoresderesiduos.org/noticias/la-clasificacion-de-los-plasticos>
- Glosario de politicas MINAM. (13 de 08 de 2004). Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos. *Decima disposición complementaria del DS N° 057-04-PCM*. Lima, Lima, Lima.
- Hernandez R. (2014). *Metodología de la investigación*.

- Hernández Sampieri, R. (Abril de 2014). *Metodología de la investigación*. Obtenido de [https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf)
- HERNANDEZ, R. (2014). *Metodología de la investigación*.
- Kerlinger, F. (1979). *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento*. D.F., Mexico: Editorial Interamericana.
- Lama Bustinza, J. C. (2004). *Estudio integral y diseño preliminar para la implementación de una línea de procesamiento de material reciclable plástico tipo PET en el marco de un plan de manejo municipal selectivo de residuos sólidos urbanos*. Obtenido de [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_9b33a47ffc1ccd00138f9b54a75b76cb](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_9b33a47ffc1ccd00138f9b54a75b76cb)
- Lepkowski. (2008b). *Muestra Probabilística*.
- MINAM. (27 de Juio de 2008). Decreto Legislativo que modifica la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos. *Decreto Legislativo N° 1065*. Lima, Lima, Perú.
- MINAM. (17 de 09 de 2013). Ley General del Ambiente 28611. *Ley General del Ambiente - art. 13°*. Lima, Lima, Perú.
- pascual bravo. (20 de Julio de 2013). *Residuos de construcción y demolición Revisión sobre su composición, impactos y gestión*. Obtenido de <http://pascualbravo.edu.co:5056/cintexpb/index.php/cintex/article/view/52/54>
- Perez Porto, J., & Gardey, A. (2013 actualizado 2015). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/plastico/>
- R., G., R., A., & H., B. (2016). Centro experimental de la vivienda económica. En C. N. Argentina.
- Ramos Ascue, J. D. (2015). *Análisis de riesgos de la seguridad e higiene ocupacional durante el manejo de residuos sólidos y reciclaje de residuos sólidos plásticos*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1891>
- Reciclados y demoliciones Sa Juan. (2015). *Reciclados y demoliciones Sa Juan*. Obtenido de <http://www.rdsanjuan.com/>
- Skjong, R., & Wentworth, B. H. (2000). *Expert Judgement and risk percep-tion. Det Norske Veritas*.
- slideshare. (Julio de 2015). *Coeficiente de Correlación de Pearson y Spearman*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/PatriciaCastillo31/coeficiente-de-correlacion-de-pearson-y-spearman>
- Supuestos Parametrica. (s.f.). *Supuestos Parametrica*. Obtenido de <https://www.uv.es/~friasnav/SupuestosParametrica.pdf>
- UNAP, Iquitos. (2013). *Estudio y diseño preliminar para la implementación de una línea de procesamiento de material reciclarle plástico tipo PETT, en el marco de un plan de manejo municipal selectivo de residuos sólidos urbano en Iquitos, región Loreto*. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1900/T-628.44-E92.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Universidad Los Andes. (2016). *Residuos de construcción y demolición generados en las obras para la mejora de la eficiencia energética*. Obtenido de [http://oa.upm.es/45837/1/INVE\\_MEM\\_2016\\_239109.pdf](http://oa.upm.es/45837/1/INVE_MEM_2016_239109.pdf)
- Wikihow. (s.f.). *Cómo calcular el coeficiente de correlación de Spearman*. Obtenido de <https://es.wikihow.com/calcular-el-coeficiente-de-correlaci%C3%B3n-de-Spearman>
- xatakaciencia. (28 de Septiembre de 2006). *Contraste de Shapiro-Wilk*. Obtenido de xatakaciencia: <https://www.xatakaciencia.com/matematicas/contraste-de-shapiro-wilk>
- Yagua Sanca, P. O. (2008). *Manejo de residuos sólidos en la ciudad de Arequipa*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3011/Quyasap.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **ANEXOS**