

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

Facultad de Ingeniería y Gestión



**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE PET
RECICLADO COMO AGREGADO PARA MATERIALES DE
CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE AREQUIPA, 2021.**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Presenta por los Bachilleres:

**MAJUSVIC CLEMZON PRADA TELLO
RAÚL RENZO DEL CARPIO CASTILLO**

Presidente: Fernando Gonzalo Villarán de la Puente

Asesor: Oscar Alberto Gallegos Llerena

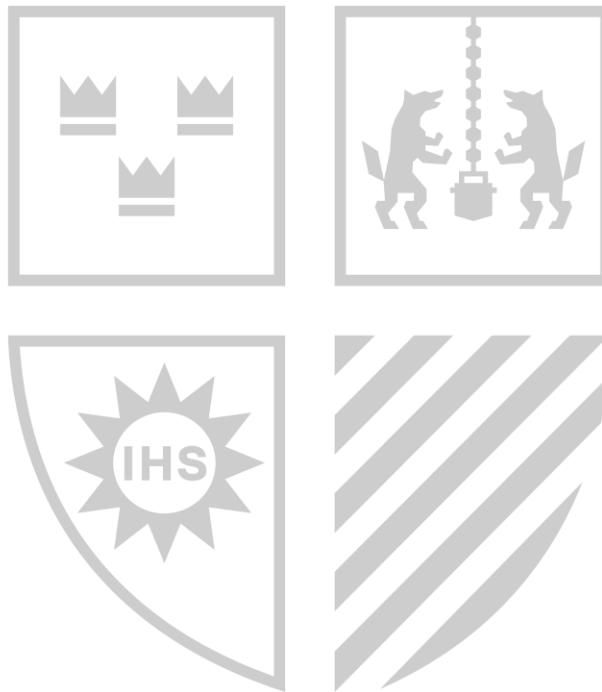
Lector: Carlos Alberto Ramirez Briceño

Lima- Perú

Junio del 2022

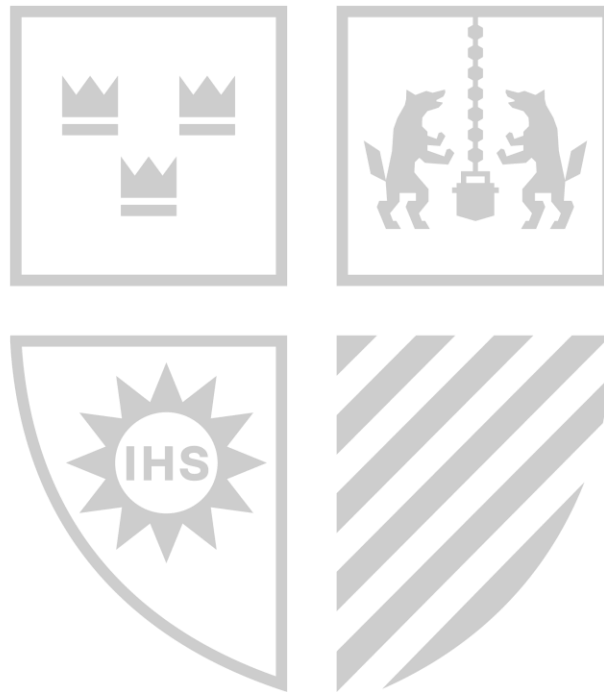
DEDICATORIA

A nuestras familias que con su amor incondicional nos han impulsado a lograr nuestras metas profesionales



AGRADECIMIENTO

Gracias a la universidad y a su plana docente por ser la base de mis éxitos profesionales



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la conveniencia de la implementación de una planta productora de gránulos de PET como material de construcción para la elaboración de ladrillos y asfalto, para ello se apoya en los estudio de mercado, de planta, organizacional, ambiental y económico.

Por lo que se identificó una intencionalidad de compra del producto del 50% de los entrevistados (dueños de empresas ladrilleras y de asfalto), en base a ello se determinó una demanda de 2,002,49 toneladas de gránulos de PET.

El tamaño de planta está relacionado con la demanda, y es favorecido por la disponibilidad de la materia prima, estableciendo el tamaño de planta de 2,002.49 toneladas para el primer año. La implementación de la planta requiere un espacio de 5,322 m² distribuido en ochos espacios los mismos correspondientes a las actividades operativas de la planta.

En base a la evaluación económica, el proyecto es altamente rentable, ello impulsado por el valor agregado que se le da al producto. Con una inversión de S/15,527,667.88, resulta indicadores altamente favorables, con un VAN económico de S/ 12,617,527.87, el cual tiene una tasa de retorno de 41.56%, y un periodo de recuperación de dos años y medio.

Palabras Clave: Prefactibilidad, PET, gránulos de PET, material de construcción

ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the convenience of the implementation of a production plant for PET granules as a construction material for the production of bricks and asphalt, for which it is based on market, plant, organizational, environmental studies, and economic.

As a result, 50% of the interviewees (owners of brick and asphalt companies) had identified an intention to purchase the product. Based on this, a demand of 2,002.49 tons of PET granules was determined.

The size of the plant is related to the demand, and is favored by the availability of the raw material, establishing the plant size of 2,002.49 tons for the first year. The implementation of the plant requires a space of 5,322 m² distributed in eight spaces corresponding to the operational activities of the plant.

Based on the economic evaluation, the project is highly profitable, driven by the added value that is given to the product. With an investment of S / 15,527,667.88, it is highly favorable indicators, with an economic NPV of S / 12,617,527.87, which has a return rate of 41.56%, and a recovery period of two and a half years.

Key Words: Prefeasibility, PET, PET granules, construction material

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO	15
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Problema de investigación.....	16
1.3. Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Justificación de la investigación.....	17
1.4.1. Justificación teórica.....	17
1.4.2. Justificación práctica.....	18
1.4.3. Justificación social.....	18
1.5. Alcances de la investigación.....	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Estado del arte.....	19
2.1.1. Internacional.....	19
2.1.2. Nacional	21
2.2. Marco teórico.....	23
2.2.1. Tereftalato de polietileno (PET)	23
2.2.2. Reciclaje de PET.....	23
2.2.3. Uso del PET en materiales de construcción.....	25
CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL MERCADO.....	27
3.1. Objetivo de la investigación	27
3.2. Identificación del producto o servicio	27
3.3. Mercado objetivo	28
3.4. Diseño de investigación	29

3.4.1.	Fuentes primarias	29
3.4.2.	Fuentes secundarias.....	30
3.5.	Diseño de la muestra.....	30
3.5.1.	Población.....	30
3.5.2.	Tamaño de la muestra	31
3.6.	Análisis de la demanda	31
3.6.1.	Segmentación de mercado	32
3.6.2.	Demanda de PET reciclado.....	32
3.6.3.	Proyección de la demanda.....	33
3.7.	Análisis de la oferta	38
3.8.	Comercialización	39
3.8.1.	Estrategia de precio.....	39
3.8.2.	Estrategia de distribución.....	39
3.8.3.	Estrategia de comunicación	40
CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE PLANTA		41
4.1.	Tamaño de planta.....	41
4.1.1.	Disponibilidad de Materia Prima	41
4.1.2.	Demanda del Producto	43
4.2.	Operaciones y procesos	44
4.2.1.	Proceso productivo.....	44
4.3.	Requerimiento de máquinas.....	48
4.4.	Requerimiento de mano de obra	51
4.5.	Requerimiento de área de planta.....	52
4.6.	Micro localización	59
4.7.	Layout de planta.....	61
CAPÍTULO V: ESTUDIO ORGANIZACIONAL.....		65
5.1.	Razón Social	65
5.2.	Tipo de Empresa	65
5.3.	Misión y Visión	65
5.3.1.	Misión	65
5.3.2.	Visión.....	66
5.4.	Objetivos Estratégicos	66
5.5.	Principios y Valores.....	66
5.6.	Estructura organizacional	67

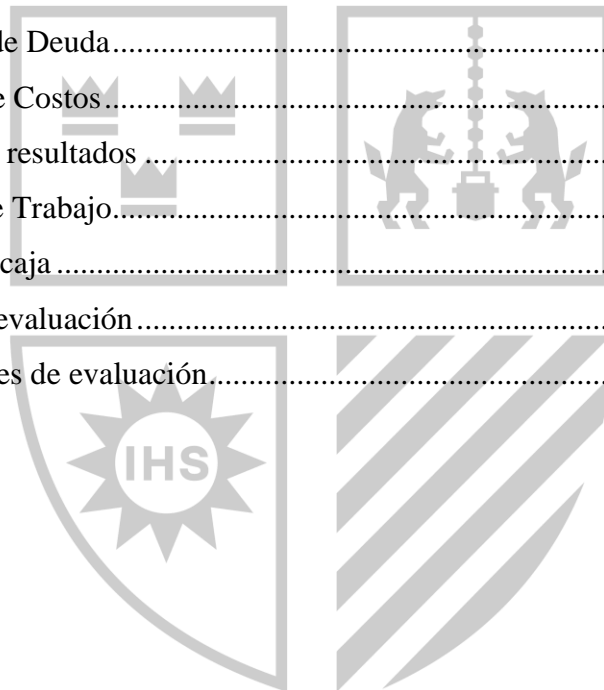
5.6.1. Funciones:	67
CAPÍTULO VI: ESTUDIO AMBIENTAL	70
6.1. Situación Inicial de la zona	70
6.1.1. Aspectos Físicos.....	70
6.1.2. Aspecto Biótico.....	70
6.1.3. Aspectos Socio-Cultural	71
6.2. Evaluación de Impactos Ambientales.....	71
CAPÍTULO VII: ESTUDIO ECONÓMICO	76
7.1. Premisas de Proyección	76
7.2. Inversiones	77
7.3. Financiamiento.....	78
7.4. Costos y Gastos.....	78
7.5. Estado de resultados.....	79
7.6. Flujos del Proyecto	80
7.7. Evaluación del Proyecto	83
Conclusiones.....	85
Recomendaciones	87
Referencias bibliográficas.....	88
Anexos	92



ÍNDICE DE TABLAS

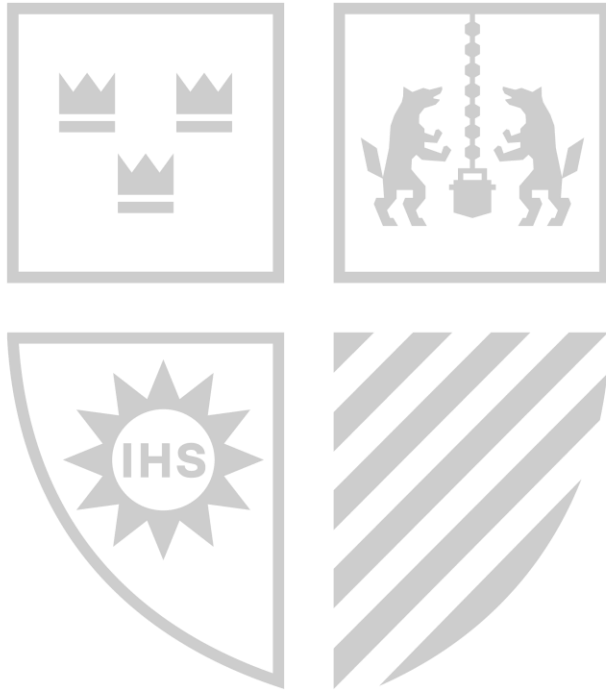
Tabla 1. Tipos de plásticos	24
Tabla 2. Estudios de PET reciclado en materiales de construcción.....	26
Tabla 3. Fuentes primarias.....	30
Tabla 4. Fuentes secundarias	30
Tabla 5. Población de estudio	31
Tabla 6. Demanda proyectada de gránulos de PET para ladrillos	34
Tabla 7. Comportamiento histórico de vías pavimentadas y sin pavimentar	35
Tabla 8. Proyección de las Vías pavimentadas y no pavimentadas.....	37
Tabla 9. Proyección de Vías no pavimentadas y por pavimentar.....	37
Tabla 10. Demanda proyectada de gránulos de PET para asfalto	38
Tabla 11. Demanda total proyectada	38
Tabla 12. Generación de residuos por provincia	42
Tabla 13. Personal Operativo.....	51
Tabla 14. Personal Administrativo	51
Tabla 15. Área de remoción de etiquetas.....	52
Tabla 16. Área de triturado	52
Tabla 17. Área de Lavado y Secado	53
Tabla 18. Área de Granceado	53
Tabla 19. Área de Empacado	53
Tabla 20. Área de almacén de productos terminados	53
Tabla 21. Área de almacén de materia Prima	54
Tabla 22. Área de servicios Higiénicos	54
Tabla 23. Área Administrativa.....	54
Tabla 24. Área de carga y descarga	54
Tabla 25. Requerimiento de área	55

Tabla 26. Valores de proximidad.....	57
Tabla 27. Confrontación de criterios de distribución	59
Tabla 28. Ponderación de las Propuestas de distribución.....	59
Tabla 29. Alternativas de Ubicación.....	59
Tabla 30. Confrontación de criterios	60
Tabla 31. Ponderación de alternativas de ubicación.....	61
Tabla 32. Evaluación del Impacto Ambiental	72
Tabla 33. Impacto Ambiental del Proyecto	75
Tabla 34. Premisas de Proyección	76
Tabla 35. Datos	77
Tabla 36. Inversiones	77
Tabla 37. Servicio de Deuda.....	78
Tabla 38. Cuadro de Costos.....	79
Tabla 39. Estado de resultados	80
Tabla 40. Capital de Trabajo.....	80
Tabla 41. Flujos de caja	82
Tabla 42. Datos de evaluación.....	83
Tabla 43. Indicadores de evaluación.....	83



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de Vías Departamentales.....	36
Figura 2. Evolución de Vías Vecinales.....	36
Figura 3. Residuos sólidos en Arequipa	41
Figura 4. Diagrama de bloques del proceso de gránulos de PET	45
Figura 5. Diagrama de Operaciones (DOP)- Gránulos De PET reciclado	46
Figura 6. Diagrama Analítico de Proceso (DAP)- Gránulos de PET reciclado.....	47
Figura 7. Diagrama relacional de la planta según áreas	56
Figura 8. Propuesta 1	57
Figura 9. Propuesta 2	58
Figura 10. Propuesta 3	58
Figura 11. Distribución de áreas	62
Figura 12. Distribución de áreas de producción	63
Figura 13. Proceso de Elaboración de gránulos de PET en planta	64
Figura 14. Organigrama de Plastic Soluciones S.A.....	67



INTRODUCCIÓN

La generación de desechos plásticos se ha tornado incontrolable, solo en el 2019, la producción de plástico a nivel mundial bordeaba los 370 millones de toneladas de plástico, de los cuales 9 millones de toneladas eran arrojados al mar, situación que se ha agravado más por la presencia de la pandemia por el COVID-19, incrementando el uso de productos desechables y por consiguiente doblando la generación de productos de plástico. Un material presente en diversos productos desechables (botellas, fibra textil láminas, entre otros), es el Tereftalato de polietileno (PET), pese a que es 100% reciclable, este, termina en su mayoría en rellenos sanitarios.

Con el fin de reducir los niveles de desechos plásticos y mostrar una idea de negocio que genere beneficios monetarios, es que se elabora el presente trabajo de investigación. El cual está compuesto por siete capítulos.

El primer capítulo titulado Planteamiento del Problema, es la base del estudio, definiendo los objetivos, la justificación y el alcance, aspectos que evidencian en qué condiciones se encuentra este estudio.

El capítulo II, se referencia otros estudios alineados con los objetivos del presente, así como el desarrollo de la fundamentación teórica.

En el capítulo III, se encuentra el análisis del mercado del proyecto, su oferta y demanda; así como las estrategias comerciales.

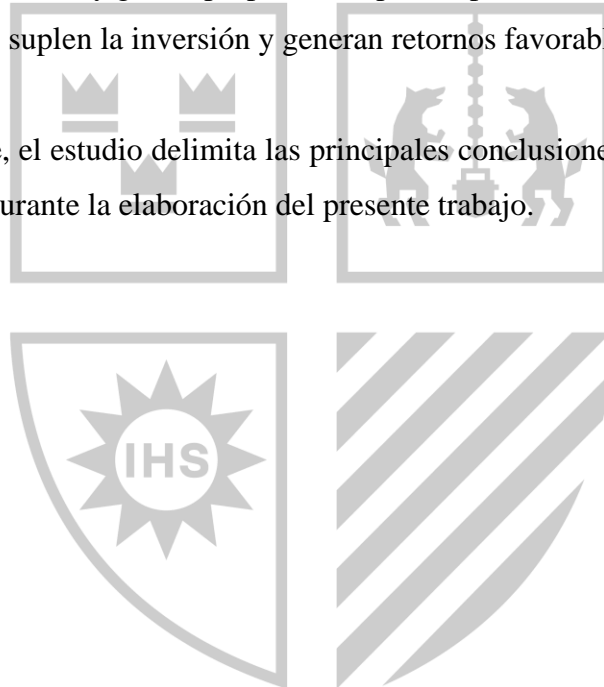
El estudio de planta, se encuentra en el capítulo IV, donde se desarrollan aspectos relacionados a la planta, tamaño, diseño, locación, los procesos efectuados en ella y las máquinas y equipos.

En el capítulo V, se define la estructura organizacional, sus participantes y los lineamientos al que está sujeto la empresa.

El penúltimo capítulo corresponde al estudio ambiental, mediante el cual se determina los impactos positivos o negativos que genera la implementación del proyecto.

El último capítulo corresponde al estudio económico, por el cual se establece el monto de inversión, costos y gastos propios de la planta, para finalmente ser evaluados si los flujos generados suplen la inversión y generan retornos favorables.

Finalmente, el estudio delimita las principales conclusiones y recomendaciones que se observaron durante la elaboración del presente trabajo.



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE ESTUDIO

Este capítulo introducirá al lector sobre el problema de investigación, el cual trata la excesiva presencia de tereftalato de polietileno entre los distintos residuos desechables. Además, se trazan los objetivos, la justificación y el alcance, aspectos que evidencian en qué condiciones se encuentra este estudio.

1.1. Planteamiento del problema

La producción mundial de plásticos ha incrementado masivamente en los últimos 50 años, siendo así que solo en los últimos diez años se ha presentado el pico más alto de producción de plástico en la historia de la humanidad (Greenpeace, 2021). Cada año se producen aproximadamente 500 mil millones de botellas de plástico en el mundo. Hasta mayo del 2018, el Perú solo reciclaba el 1.9 % de los residuos reaprovechables (MINAM, 2018).

Ante la gran urgencia de medidas que permitan reducir los niveles de contaminación ofreciendo ideas sustentables, la presente investigación en base a un estudio de prefactibilidad propone la instalación de una planta de PET reciclado como agregado para materiales de construcción en la región de Arequipa, tomando al plástico de botellas usadas y otros como materia prima, debido a su masiva producción y consumo

A nivel mundial, el desarrollo de la pandemia COVID-19 ha incrementado el consumo de plástico de un solo uso, lo que ha significado que se planteen medidas que busquen solucionar esta problemática. La contaminación plástica afecta de diferentes maneras a las personas, dado que pone en riesgo sus derechos básicos, salud, bienestar y crea obstáculos para el cumplimiento del desarrollo sostenible (ONU, 2021). Solo en el

2019, la producción de plástico a nivel mundial bordeaba los 370 millones de toneladas de plástico (Carcasci, Zambrano y Sturzenegger, 2021). Según estudios al día de hoy, se tiran 9 millones de toneladas de plástico al mar por año (Crespo, 2019). En el Perú, el uso de plástico por ciudadano es de 30 kilogramos en promedio, sumándose así, un promedio de 3 mil millones de bolsas plásticas al año, es decir, 6 mil bolsas por minuto (MINAM, 2017). Por otro lado, en Arequipa se ha visualizado un incremento exponencial en el uso del plástico debido a la pandemia, significando un retroceso para en el control del plástico; solo en el distrito de Yanahuara se registró que 32% de los residuos que generan, eran desechos plásticos, que, a comparación del 2019, aumentó en un 15% (Castillo, 2021).

En el caso del Tereftalato de polietileno (PET), que es un componente que se encuentra presente en diversos productos (botellas, fibra textil láminas, entre otros), aunque es 100% reciclable, este, termina en los rellenos sanitarios (Valderrama, Chavarro, Osorio y Peña, 2018). Este tipo de material, puede ser empleado como materia prima para la elaboración de otros productos, como ladrillos y agregado para asfalto. Ante el uso excesivo de plástico y su inadecuado tratamiento, nace la necesidad de plantear medidas que reduzcan el impacto negativo de estos materiales de uso diario.

Por tal razón, la presente investigación plantea un estudio de la prefactibilidad de una planta de PET reciclado como agregado para materiales de construcción en la ciudad de Arequipa, llevando a cabo estudios de mercado, un análisis técnico, de organización, ambiental y económico.

1.2. Problema de investigación

¿Es factible la instalación de una planta de PET reciclado como agregado para materiales de construcción en la ciudad de Arequipa, 2021?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un estudio de prefactibilidad para planta de PET reciclado como agregado para materiales de construcción en la ciudad de Arequipa, 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de mercado para determinar la demanda y oferta de PET reciclado
- Realizar un estudio técnico para la instalación de una planta de PET reciclado.
- Determinar la mejor propuesta empresarial para una planta de PET reciclado.
- Identificar el impacto ambiental de una planta de reciclado de PET
- Realizar un estudio económico para determinar la rentabilidad de la instalación de una planta de PET reciclado.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

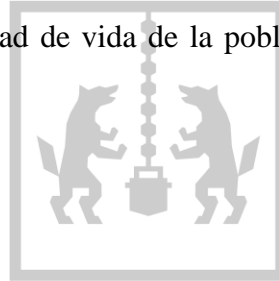
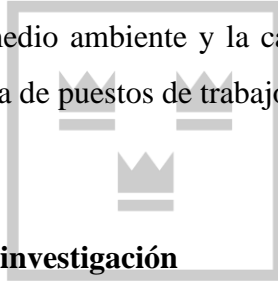
La realización del presente trabajo de investigación es llevada a cabo con la finalidad de recopilar la información necesaria sobre reciclaje de PET, dado que, en la actualidad, los niveles de contaminación en la ciudad de Arequipa se han incrementado exponencialmente con el desarrollo de la pandemia COVID-19, principalmente porque se han empleado envases plásticos para bebidas o alimentos de un solo uso, generando gran cantidad de residuos sólidos por día. Por tal razón, se recopila información en búsqueda de alternativas que sean viables de aplicar y plantear diversas propuestas en las cuales el PET reciclado pueda ser partícipe. De los estudios encontrados en las diferentes fuentes de información, se tomaron las más relevantes para el desarrollo de esta investigación.

1.4.2. Justificación práctica

Se plantea la siguiente investigación, porque existe la necesidad de plantear una solución que ayude a disminuir los niveles de residuos plásticos PET en la ciudad de Arequipa y de esta forma mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos. La información brindada por la investigación será útil para tomar medidas que mejoren el panorama actual sobre el manejo de residuos plásticos.

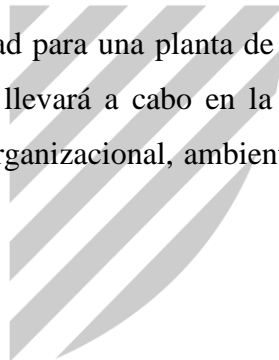
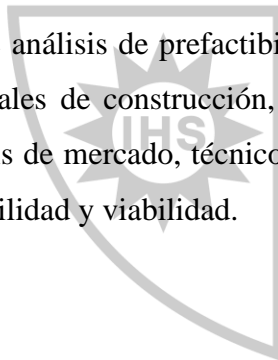
1.4.3. Justificación social

El resultado de la presente investigación será trascendental, dado que su repercusión en el medio ambiente y la calidad de vida de la población será positiva e impulsará la apertura de puestos de trabajo.



1.5. Alcances de la investigación

El presente análisis de prefactibilidad para una planta de PET reciclado como agregado de materiales de construcción, se llevará a cabo en la región de Arequipa, aplicando un análisis de mercado, técnico, organizacional, ambiental y económico para determinar su factibilidad y viabilidad.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se referencian estudios de prefactibilidad enfocados en la producción de materiales de construcción y otros con residuo PET. Además, se desarrollarán los fundamentos teóricos que traten la naturaleza del tereftalato de polietileno reciclado y bajo qué condiciones puede ser integrado en materiales de construcción.

2.1. Estado del arte

2.1.1. Internacional

Jiménez y Calderón (2019), en la tesis “Estudio de factibilidad técnico-económico para la producción de fibras para reforzamiento de concreto a base de PET reciclado en la empresa Logística VTA Ingenieros S.A.S., Bogotá”, presentaron como objetivo proponer un proyecto para elaborar fibras que refuercen el concreto a partir de RPET. El proceso de producción integró el reciclaje mecánico y agregó fases de extrusión, enfriado, filamento y corte. El tamaño de la planta planteado fue de 4,500 m², en el que se procesarán 18,444 kg/año. La inversión inicial propuesta fue de 115.9 millones de pesos colombianos. La valuación financiera estableció un VAN de 170.5 millones de pesos colombianos, una TIR de 34.25% y un periodo de recuperación de 1.9 años.

Jiménez, Puerto y Chan (2018), en el artículo “Proyecto de inversión para la instalación de una planta recicladora de envases PET en el municipio de Tekax, Yucatán”, buscaron investigar la viabilidad de instalar una infraestructura en México que permita el

procesado de material PET reciclado. El reciclaje mecánico fue el método elegido para recuperar el material PET. El tamaño de la planta planteado fue de 2,000 m², espacio donde se procesaría inicialmente 200 kg/hora. La inversión inicial sumó más de 5 millones de pesos mexicanos. Las herramientas de valuación financiera indicaron un VAN de aproximadamente 31 mil pesos mexicanos, una TIR de 18 % y un periodo de recuperación de lo invertido de más de 15 meses. Jiménez, Puerto y Chan establecieron que el producto final podría servir de materia prima para la manufactura de correas y prendas de vestir.

Suárez (2018), en la investigación “Plan de Negocio para determinar la viabilidad financiera y operativa de una fundación dedicada a la recuperación de plástico PET a través de una planta de reciclaje, Badea”, pretendió desarrollar un proyecto relacionado al procesado de PET reciclado. El proceso de producción planteado cumple las etapas de reciclaje mecánico e incluye la fase de extrusión y filamento. La capacidad productiva calculada alcanzó los 252 mil kg/año en un espacio de 400 m². El capital inicial requerido es de 232.7 millones de pesos colombianos. La valuación financiera precisó un VAN de 30,325 millones de pesos colombianos, una TIR de 29% y un periodo de recuperación de inversión de 2.2 años.

Piñeros y Herrera (2018), en la investigación “Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda”, presentaron el objetivo de establecer la factibilidad y la viabilidad de la producción de ladrillos compuestos por tereftalato de polietileno reciclado. Estas unidades de construcción presentan una textura lisa, hecho que agregaría valor al producto dado que el proceso de revoque no sería necesario, traduciéndose a costos menores. La cantidad de PET reciclado incluido oscila de 10 a 25%; cantidades mayores no alimentan el atributo de resistencia del ladrillo. La inversión inicial requerida para el proyecto superó los 206 millones de pesos colombianos. La valuación financiera reveló un VAN de 1,200 millones de pesos colombianos, una TIR de 72% y un periodo de recuperación de la inversión de 1 a 2 años. Los autores establecieron que el resultado de la TIR no es atractivo para los inversionistas dado que ocasiona que el VAN se torne negativo, es decir, en pérdidas.

Oviedo y Cuozzo (2014) en “Estudio de Factibilidad para Planta de Reciclado de Residuos de Plástico PET” buscaron disminuir la concentración de residuos PET en Córdoba mediante la recolección de estos para su debido proceso. Los investigadores establecieron el reciclado mecánico como parte del proceso productivo. El estudio planteó la producción de 987, 1975 y 3951 toneladas para los tres primeros años del proyecto, en un espacio de 800 m², con la opción de ampliar a 2000 m² después de los cinco años. La inversión inicial no sobrepasó los 2.5 millones de pesos argentinos, los cuales provendrían del recurso propio de los inversores. La valuación financiera determinó un VAN de aproximadamente 103 mil pesos argentinos, una TIR de 29% y un periodo de recuperación de la inversión de 5 años.

Meneses (2021), en la investigación “Estudio de factibilidad para la fabricación de ladrillos para jardines decorativos “Life Home” a base de plástico reciclado PET, en conjuntos residenciales de interés social, en la localidad de “Usme” - Bogotá”, analizó la factibilidad de la procesar el PET reciclado e integrarlo a ladrillos para jardines decorativos. El investigador eligió el reciclaje mecánico, agregando las fases de preparación de horno, mezcla del PET e insumos, moldeo, etiquetado de lotes, secado, curado y almacén. La capacidad productiva alcanzaría las 82,460 unidades por año. El tamaño de la planta propuesto fue de 2,100 m², en el cual se encuentra el área de bodegaje, de producción y administrativa. La inversión inicial requerida llegaría a 15.04 millones de pesos colombianos. La valuación financiera presentó un VAN de 49.25 millones, una TIR de 47.51% y un periodo de recuperación de 0.51 años (6 meses).

2.1.2. Nacional

Mayta, Buleje, Silva y Bacalla (2020), en la investigación “Estudio de pre-factibilidad para la elaboración y comercialización de monturas de lentes a base de plástico PET reciclado”, analizaron la viabilidad de la producción y venta de monturas desde distintos aspectos: económico-financiero, ecológico y social. Los investigadores establecieron un reciclado mecánico para el procesado de PET reciclado, agregando etapas como extruido, impresión en 3D y almacenado. El tamaño de la planta procesadora y productora planteada fue de 300 m², espacio que también sería ocupado por las áreas de administración, de almacén y de servicios higiénicos. En el primer año, la capacidad de producción sobrepasará los diez mil lentes; mientras que, en el quinto año, la capacidad

aumentaría a más de doce mil lentes. La inversión inicial propuesta fue de 1.15 millones de soles. La valuación financiera demostró un VAN de aproximadamente 800 mil soles, una TIR de 15% y un periodo de recuperación de más de 2 años.

Bellido (2018), en “Estudio de factibilidad para la instalación de una planta productora y comercializadora de hilo poliéster a partir de polietileno tereftalato reciclado (RPET) en la ciudad de Lima”, buscó proponer un proyecto que procesa PET reciclado para elaborar hilo poliéster, reduciéndolo a partículas muy pequeñas. El proceso se basó en el reciclaje mecánico y agregó etapas de pulverización, extrusión, estiramiento, secado, cortado, ovillado y etiquetado. El tamaño de la planta planteado fue de 910 m², el cual sería ocupado enteramente por las fases de producción y espacios para los servicios higiénicos. La capacidad productiva propuesta fue de 4324 unidades (de 1 kg) por semana; la fabricación de 90 kg de poliéster requeriría de 83 kg de RPET. El capital inicial para desarrollar el proyecto sumó aproximadamente 885 mil soles. La valuación financiera expuso un VAN de 34 millones de soles, una TIR de 310% y un periodo de recuperación de la inversión de 3.05 años.

Aguilar (2017), en la tesis “Proyecto de inversión para una planta de reciclado y producción de hojuelas de PET en la ciudad de Chiclayo, 2017”, presentó el objetivo de establecer la viabilidad estratégica, de mercado, técnica, económica y organizacional de construir una planta que recicla y procesa tereftalato de polietileno en forma de hojuelas de 2 a 13 mm por escama. Este proyecto funcionará como suplidor de las empresas que necesiten hojuelas de PET reciclado, produciendo 696 toneladas anuales en promedio (3 por día) en una planta de 100 m². El investigador eligió el reciclaje mecánico, agregando la etapa de ensacado. El capital inicial requerido fue de 520 mil soles aproximadamente, del cual el 60% sería financiado por los dueños y el resto por una entidad bancaria. La valuación financiera presentó un VAN de 109 mil soles para el flujo económico y 186 mil soles para el flujo financiero, una TIR de 30% y 40% del flujo económico y financiero respectivamente y un periodo de recuperación de la inversión de 7 años.

Cisneros y Sánchez (2014), en la investigación “Plan de Negocio para la planta recicladora de PET”, buscaron crear una propuesta de valor relacionada al procesamiento del tereftalato de polietileno en Lima. La investigación reconoció que el mercado presentaba condiciones favorables para esta idea de negocio. El tamaño de la planta

planteado fue de 1000 m², en el cual se procesarían 5,625 toneladas diarias. Con una inversión inicial de más de 1 millón de soles, el Valor Actual Neto calculado fue de 668 mil soles, la Tasa Interna de Retorno de 40% y el periodo de recuperación de la inversión de 5 años.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Tereftalato de polietileno (PET)

El Tereftalato de Polietileno (PET), que se desarrolló en la década de 1940, era inicialmente empleado en la industria textil con la mezcla de otras fibras. En la década de 1960, su uso se extendió a la elaboración de cintas de empaque y ya en los años sesenta, se empleó para la elaboración de envases (Mansilla y Ruiz, 2009, p. 124). El PET, es uno de los materiales más empleados en la industria de embotelladora de bebidas, debido a su gran durabilidad, bajo peso y su capacidad de disipación ante la aplicación de fuerzas externas (Botero, Muñoz, Ossa y Romo, 2014).

a. Propiedades

Entre las propiedades principales del PET, se encuentran las siguientes:

- Densidad
- Resistencia a la tensión, compresión, al impacto, y al calor.
- Dureza
- Dilatación térmica.
- Resistencia dieléctrica
- Bajo costo
- Ligero
- Su composición permite que se elaboren frascos, láminas, botellas y piezas.

2.2.2. Reciclaje de PET

Aproximadamente, a nivel mundial se estarían produciendo 12 millones de toneladas de PET por año, siendo un material fácil de encontrar (Sánchez, Peña y Rico,

2018). Entre los tipos de plásticos que son susceptibles de ser reciclados, se encuentran los siguientes:

Tabla 1. Tipos de plásticos

Tipo	Polímero	Uso común	Propiedades	Posibilidad de reciclaje	Se suele convertir en:
PET 1 ó PETE	Polietileno tereftalato	Botellas plásticas (agua, potes de mayonesa, enjuague bucal, bebidas gasificadas, aceite de cocina, etc.)	Ligero, transparente y resistente	Altamente reciclable	<ul style="list-style-type: none"> • Abrigos de polar fleece • Alfombras • Bolsos • Muebles • Paneles para la construcción • Envases
PET 2 ó HDPE	Polietileno de alta densidad	Botellas para productos de limpieza y desinfectantes	Rígido y resistente al fraccionamiento	Altamente reciclable	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas para detergentes. • Bolígrafos • Tuberías de drenaje • Contenedores de basura • Materiales de construcción • Casas de perros
PET 3 ó PVC	Policloruro de vinilo	Tubos de plástico, pisos de vinilo, aislamiento de cableado eléctrico	Puede ser rígido o ligero, usado en la construcción, cuidado de la salud y electrónica	Pocas veces es reciclado	

Fuente: Elaboración propia con base en Buitrago, Onofre, y Sierra (2017)

a. Tipos de reciclaje

Existen tres formas en las que se puede reciclar el PET (Ruggeri, 2013):

- **Reciclado mecánico:** engloba varias etapas donde se llevan a cabo las tareas de separación y selección de las botellas, se procede con el triturado, se realiza una clasificación de las partículas por aire, lavado de los gránulos, inmersión en agua y se separa el aluminio de las partículas de PET.
- **Reciclado químico:** se puede realizar mediante dos procesos: la metanólisis y el glicólisis. En estos procesos, el PET se deshace, es decir,

las moléculas que componen al material se separan y estas son empleadas para fabricar otra vez PET.

- Reciclado energético: En este proceso se emplean los envases para la generación de energía, dado que son útiles para una combustión eficiente.

Por lo general se realiza el reciclaje mecánico, debido a su menor costo.

2.2.3. Uso del PET en materiales de construcción

Diversos estudios han establecido la exitosa integración de material PET reciclado en el sector de la construcción. Por ejemplo, este puede ser utilizado por la construcción de bloques de hormigón, ladrillos y asfalto.

Por ejemplo, Alesmar, Rendón y Korody (2008) e Infante y Valderrama (2019) determinaron la inclusión de PET a cantidades distintas bajo la forma de agregado, reemplazando un porcentaje de este, sin afectar los atributos y características de los productos finales.

A continuación, se presentan las investigaciones que estudiaron el reciclado de material PET para la elaboración de materiales de construcción:

Tabla 2. Estudios de PET reciclado en materiales de construcción

Autor	Forma del PET	Cantidad Aceptada (%)	Insumo a reemplazar	Producto a elaborar
Alesmar, Rendón y Korody (2008)	Gránulo (PET triturado)	Muestra 1: 5% de PET Muestra 2: 10% de PET Muestra 3: 15% de PET ✓	Arena	Cemento
Angumba (2016)	Gránulo (PET triturado)	Muestra 1: 10% de PET Muestra 2: 25% de PET ✓ Muestra 3: 40% de PET Muestra 4: 55% de PET Muestra 5: 65% de PET Muestra 6: 70% de PET	Árido fino	Ladrillo
Caballero y Florez (2016)	Gránulo (PET triturado)	Muestra 1: 12.5% de PET ✓ Muestra 2: 25.0% de PET Muestra 3: 37.5 de PET	Agregado fino	Bloque de hormigón
Reyna y Silva (2016)	Pellets (5mm)	Muestra 1: 5% de PET ✓ Muestra 2: 10% de PET Muestra 3: 20% de PET	Arena gruesa	Concreto
Echeverría (2017)	Hojuela	Muestra 1: 3% de PET ✓ Muestra 2: 6% de PET Muestra 3: 9% de PET	Agregado	Ladrillo
Piñeros y Herrera (2018)	Gránulo (PET triturado)	Muestra 1: 10% de PET Muestra 2: 20% de PET Muestra 3: 25% de PET ✓ Muestra 4: 30% de PET Muestra 5: 35% de PET Muestra 6: 40% de PET Muestra 7: 50% de PET Muestra 8: 60% de PET Muestra 9: 70% de PET	Arena	Bloques
Infante y Valderrama (2019)	Gránulo (PET triturado)	Muestra 1: 5% de PET Muestra 2: 10% de PET ✓ Muestra 3: 15% de PET Muestra 4: 20% de PET	Agregado fino	Bloques de hormigón
Coronel y Dueñas (2020)	Gránulo (PET triturado)	Muestra 1: 25% de PET ✓ Muestra 2: 50% de PET Muestra 3: 75% de PET	Arena	Ladrillo de concreto

Fuente: Elaboración propia. Nota: Las muestras que presentan el símbolo (✓) exhiben la cantidad porcentual de PET integrado en la mezcla con resultados satisfactorios.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL MERCADO

En este capítulo se encuentra el análisis del mercado del proyecto, su oferta y demanda; así como las estrategias comerciales. Se llevará a cabo un estudio del producto, su precio, canales de distribución, entre otros. El estudio de mercado es una de las partes más relevantes a la hora de realizar una evaluación de proyecto, dado que va a definir el medio en el que debe realizarse.

3.1. Objetivo de la investigación

El presente estudio de mercado tiene por finalidad determinar la demanda potencial para una planta de PET reciclado como agregado para materiales de construcción, por medio de un análisis de la oferta y demanda en el sector. Asimismo, se identificará el segmento al cual se dirige el producto, para poder delimitar las características que deberá de poseer el producto y poder satisfacer las necesidades de los usuarios.

3.2. Identificación del producto o servicio

El plástico PET es uno de los productos más nobles sobre el cual se puede trabajar, dado que puede emplearse innumerables veces debido a su composición molecular. El reciclaje de esta clase de envases es primordial para reducir el crecimiento de los basurales y el avance del calentamiento global.

Este material servirá como agregado para la elaboración de materiales de construcción, mejorando su constitución y reduciendo el índice de PET desechado. El PET, es considerado un plástico de envases de bebidas y alimentos, que entre sus principales características destaca su ligereza, resistencia y que es reciclable.

Su tratamiento se dará a través de un proceso de recolección de la materia prima, una selección y su transformación en gránulo de PET.

Entre sus principales ventajas, resaltan:

- Fácil de almacenar, trasladar y limpiar.
- Su excelente comportamiento ante los cambios de temperatura o humedad.
- Resistente al desgarramiento y la fatiga.
- Disminuye el impacto ambiental.
- Disminución de los costos de producción.

3.3. Mercado objetivo

En el Perú, el gran crecimiento de las empresas dedicadas a la construcción y la gran competitividad, exige el uso la producción de materiales que posean características que le den valor al producto; además, la situación actual, respecto al cambio climático, exige que entre estas características se incluya el cuidado al medio ambiente. La fibra sintética para la elaboración de algunos materiales de construcción como ladrillos, adoquines y cemento; ha ganado popularidad, dado que resulta ser una alternativa práctica, así lo indica Di Marco y León (2017), quienes señalan que este agregado, controla la fisuración por contracción del plástico e incrementa la tenacidad y la resistencia al impacto.

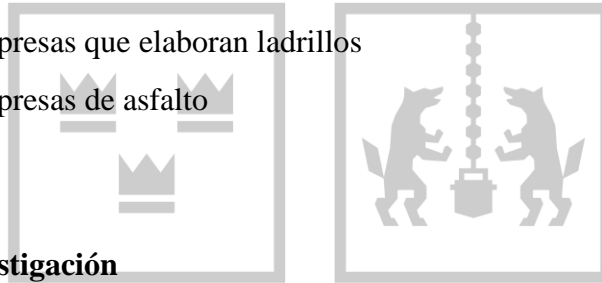
Partiendo de esta premisa, el presente proyecto plantea una planta que se encargue de tratar el PET reciclado para ofrecerlo como aditivo para material de

construcción en diferentes empresas del rubro. Por lo que, estas empresas son el mercado objetivo al cual se pretende ofrecer el producto.

Por otro lado, el mercado objetivo directo, al que va dirigido el producto, se relaciona de forma indirecta con los gobiernos regionales y municipalidades en el sector público, y en el ámbito privado se relaciona con empresas constructoras, dado que es a ellas son las que solicitan los materiales a plantas de productos de construcción.

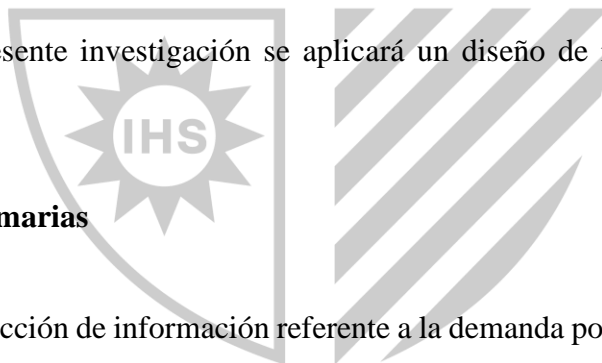
Es así que, el segmento de mercado al que la empresa quiere llegar, se encuentra conformado por:

- Empresas que elaboran ladrillos
- Empresas de asfalto



3.4. Diseño de investigación

Para la presente investigación se aplicará un diseño de investigación de tipo cuantitativa.



3.4.1. Fuentes primarias

Para la selección de información referente a la demanda potencial del gránulo de PET reciclado como aditivo para materiales de construcción, primeramente, se tuvo que delimitar el perfil de compra de las empresas que se dedican a elaborar este tipo de materiales. Para su cometido se diseñó y aplicó una encuesta, la cual toma en cuenta los objetivos de investigación planteados.

Tabla 3. Fuentes primarias

Método	Técnica	Instrumento	Finalidad
Cuantitativa	Encuesta	Cuestionario de preguntas	Para la selección de información referente a la demanda potencial del gránulo de PET reciclado como aditivo para materiales de construcción.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Fuentes secundarias

Para conocer la demanda potencial del PET reciclado como agregado para materiales de construcción (hormigón, mezcla asfáltica, ladrillos, etc.), se pretende delimitar la demanda para la elaboración de PET reciclado. Para ello, se llevará a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica que posibilite mostrar las cifras y definir el tamaño del mercado al que se proveerá. El instrumento a emplear serán las fichas bibliográficas.

Tabla 4. Fuentes secundarias

Método	Tipo de investigación	Técnica	Instrumento
Cuantitativa	Deductivo	Revisión bibliográfica	Fichas bibliográficas

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Diseño de la muestra

Para la aplicación de los instrumentos de recolección de información es necesario delimitar la población y el tamaño de la muestra.

3.5.1. Población

Se determinó que la población debe de estar conformada por las empresas dedicadas a la elaboración de materiales de construcción en Arequipa, que en la actualidad son 7 ladrilleras y 10 empresas de asfalto.

Tabla 5. Población de estudio

Empresas	
Ladrilleras	Ladrillera el Diamante S.A.C.
	Industria Ladrillera Continental S.A.C.- Indulcon S.A.C
	Ladrillera Choque E.I.R.L.
	Ladrillera Tauro S.A.C.
	Ladrillera Vitor
	Ladrilleras Unidas S.A.
	Aqp Ladrillos del Sur
Asfalto	Asfalto Rabbi E.I.R.L.
	Bituper S.A.C.
	Rimsa E.I.R.L.
	Asfaltos KYC S.A.
	Brimax Perú S.A.C.
	Jhoasfal E.I.R.L.
	Industrias Brimax E.I.R.L.
	Grymsa Perú S.A.
	Bituper S.A.C.
	Quimiasfal E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Tamaño de la muestra

El muestreo es de tipo no probabilístico por conveniencia, el cual se caracteriza por la selección de elementos de la población a los cuales el investigador pueda tener acceso. Al solicitar la colaboración a cada una de las empresas presentadas, solo diez ofrecieron una respuesta afirmativa (cuatro fabricantes de ladrillos y seis productoras de asfalto).

3.6. Análisis de la demanda

Primeramente, se buscó conocer el nivel de interés que tienen las empresas dedicadas a la fabricación de materiales de construcción, de adquirir gránulo de PET reciclado como aditivo para la elaboración de sus productos.

3.6.1. Segmentación de mercado

Se plantea que la segmentación del mercado se encuentre conformada por aquellas empresas que se dediquen al rubro de elaboración de materiales de construcción (empresas de asfalto y ladrilleras).

- Segmentación geográfica: Conformado por las empresas ubicadas en el territorio de Arequipa.
- Segmentación demográfica: Conformado por las empresas dedicadas a la elaboración de materiales de construcción, especialmente ladrillos y asfalto.
- Segmentación conductual: Conformado por empresas que constantemente elaboran ladrillos y asfalto, siendo su principal actividad económica.

3.6.2. Demanda de PET reciclado

Se llevó a cabo la aplicación de una encuesta a los gerentes o directivos de empresas dedicadas a la fabricación de ladrillos, cemento y asfalto (Ver Anexo 2). Se determinó lo siguiente:

a. Conocimiento de aplicaciones del granulado de PET reciclado

En primera instancia, es necesario conocer qué tan familiarizadas están las empresas con material PET reciclado. De acuerdo a los resultados de la encuesta, el 80% ha oído acerca del PET reciclado mientras que solamente la mitad sabe que el PET bajo la forma de gránulos puede ser empleado como agregado para la producción de ladrillos y/o asfalto. Sin embargo, este conocimiento es insuficiente debido a que ninguna de las empresas encuestadas ha apostado por la integración de dicho material en la mezcla del producto.

Finalmente, solo el 20% de los encuestados señaló que era consciente de los beneficios que proveía contar con un quince por ciento del material PET reciclado

como parte de la composición del ladrillo y/o mezcla de asfalto. Este porcentaje representa a una ladrillera y una fabricante de asfalto.

b. Granulado de PET reciclado para materiales de construcción

Pese a que el 20% de los entrevistados tiene conocimiento acerca de los beneficios económicos y ambientales del uso del PET como material de construcción, ni una de las empresas emplea este material al momento de la entrevista.

c. Disponibilidad de compra de PET reciclado

De acuerdo a la quinta pregunta, solo la mitad de los encuestados estaría interesada por la inclusión de PET reciclado en la producción de ladrillos/asfalto. Si bien los motivos no son explícitos, se puede inferir dos cosas: el grupo de personas que está dispuesto a adquirir PET reciclado (50%) es consciente de que sus costos de producción se verían disminuidos mientras que el otro grupo desconfía a causa de la falta de antecedentes de este tipo de proyectos en la ciudad.

d. Características del Producto

Los potenciales clientes requieren como característica principal del producto, que no altere la composición del producto final con un 40%, este comportamiento es explicado al no existir antecedentes de la utilización de este material provocando desconfianza, pero a la vez están apostando por un producto nuevo. La segunda característica importante es el buen precio (30%), puesto que los que todo comprador busca son los precios bajos, para elevar sus márgenes de ganancia, la tercera característica es la trabajabilidad (20%) es decir los clientes buscan que este nuevo material sea idóneo y no perjudique el normal proceso productivo de sus propios productos y por último los clientes buscan que el material sea resistente (10%).

3.6.3. Proyección de la demanda

Los gránulos de PET son materiales para la elaboración de dos productos de construcción: el ladrillo y el asfalto. Para el primero, en relación a la demanda, se toma

en consideración las cantidades de producción de los encuestados que están interesados en la compra del producto, mientras para el caso del asfalto considera las proyecciones del gobierno para cerrar la brecha de infraestructura vial para Arequipa, puesto que esta va en función directa de las intenciones del gobierno y en menor proporción del productor.

a. Ladrillos

El 50% de los encuestados están interesados en adquirir e incorporar los gránulos de PET en la elaboración de los ladrillos, los potenciales clientes en conjunto tiene una suma de 8,959 millares de ladrillos producidos en promedio al año.

Para las proyecciones se toma en consideración la tasa de crecimiento estimada para los próximos años del sector de construcción, que de acuerdo al Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) para el 2021 la cifra estimada de crecimiento es de 17.4% como respuesta ante la desaceleración por la pandemia del año 2020 y el restablecimiento de la economía, sin embargo a partir del 2022 se estima un crecimiento constante del 3.8% (ESAN, 2021). En base a los datos mencionados se tiene la Tabla 6, para cinco años de evaluación.

Tabla 6. Demanda proyectada de gránulos de PET para ladrillos

Año	Producción de Ladrillos (millares)	Peso Total ladrillo (kg)	PET granulado (tn)
2021	10,517.60	33,656.31	5.05
2022	10,917.27	34,935.25	5.24
2023	11,332.12	36,262.79	5.44
2024	11,762.74	37,640.78	5.65
2025	12,209.73	39,071.12	5.86
2026	12,673.70	40,555.83	6.08

La dinámica del sector de construcción para el proyecto es favorable, ya que de acuerdo a las estimaciones se proyecta un crecimiento sostenido, es así que para el primer año de producción (2022), de los 10,917.27 millares de ladrillos que producirían los potenciales clientes, se realiza estimaciones en kilogramos de la producción para el cálculo de la demanda de PET para esos años, entonces considerando que en promedio cada ladrillo pesa 3.2 kilogramos la producción total para el año 2022 sería de 34,935.25 kilogramos de ladrillo, de los cuales el 15% corresponde el agregado de gránulos de PET reciclado, por lo que se determina para el 2022 una demanda de 5.24 toneladas.

b. Asfalto

Para el caso del asfalto se hace una revisión de los registros de vías pavimentadas y no pavimentadas de la región, teniendo los datos históricos se analiza el comportamiento de las variables para realizar una regresión simple y proyectar las mismas variables para los siguientes cinco años.

La Tabla 7, muestra la evolución de la cantidad (km) de vías pavimentadas y no pavimentadas en la Región de Arequipa, a nivel departamental y vecinal. Se observa una reducción de las vías no pavimentadas a lo largo de 10 años a nivel de carreteras departamentales, con una brecha del servicio de 43.8%, es decir que menos de la mitad de vías existentes no están pavimentadas (Ver Figura 1) y que además la proporción de vías pavimentadas respecto a las no pavimentadas es mayor, es decir hay más vías departamentales pavimentadas que no pavimentadas; por otro lado respecto a las vías vecinales, pese a que la cantidad de vías pavimentadas están en aumento, las vías no pavimentadas tienen un crecimiento mayor, esto basado en el aumento poblacional, situación que se observa gráficamente en la Figura 2, donde a lo largo de los últimos 10 años no se ha logrado acortar la brecha de déficit de infraestructura vial vecinal, siendo este indicador de 92.3%, es decir más del 90% de vías vecinales son no pavimentadas.

Tabla 7. Comportamiento histórico de vías pavimentadas y sin pavimentar

AÑO	DEPARTAMENTAL			VECINAL ¹			Brecha de Servicio	
	SUB-TOTAL	Pavimento	No Pavimentada	SUB-TOTAL	Pavimento	No Pavimentada	Departamental	Vecinal
2010	1,869.73	327.20	1,542.53	2,880.98	120.20	2,760.78	82.5%	95.8%
2011	1,713.64	446.99	1,266.65	4,700.43	176.24	4,524.19	73.9%	96.3%
2012	1,639.57	510.31	1,129.26	5,641.50	223.59	5,417.91	68.9%	96.0%
2013	1,739.34	531.22	1,208.12	6,003.61	394.09	5,609.52	69.5%	93.4%
2014	1,739.12	531.00	1,208.12	6,002.44	393.77	5,608.67	69.5%	93.4%
2015	1,739.12	531.00	1,208.12	6,116.17	393.77	5,722.40	69.5%	93.6%
2016	1,747.49	576.01	1,171.48	6,167.79	402.28	5,765.51	67.0%	93.5%
2017	1,738.92	571.04	1,167.88	6,167.79	402.28	5,765.51	67.2%	93.5%
2018	1,738.92	571.04	1,167.88	6,155.44	402.28	5,753.16	67.2%	93.5%
2019	1,740.01	978.72	761.28	6,155.45	434.29	5,721.16	43.8%	92.9%
2020	1,739.54	977.89	761.65	6,148.43	434.29	5,714.14	43.8%	92.9%

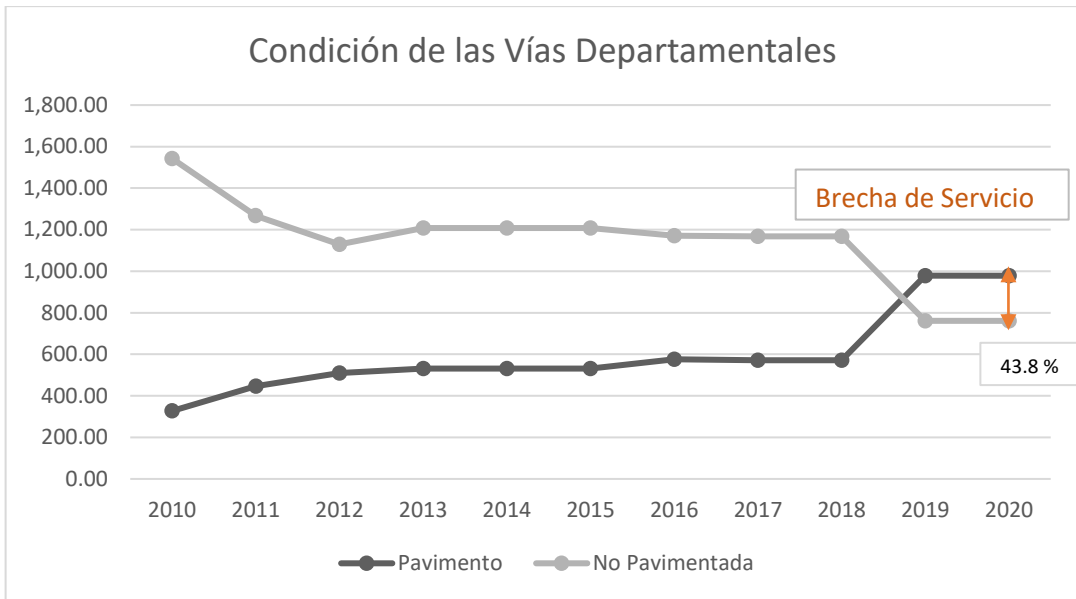


Figura 1. Evolución de Vías Departamentales

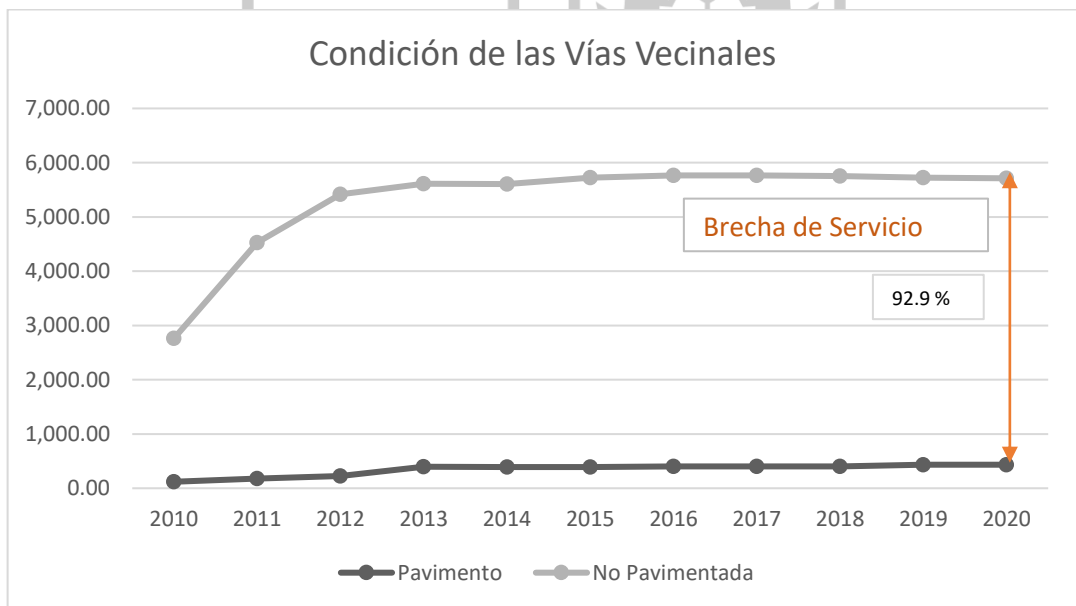


Figura 2. Evolución de Vías Vecinales

Para las proyecciones se realiza una regresión simple y se obtiene las cifras de la Tabla 8, obteniendo las vías sin pavimentar y por pavimentar para cinco años.

Tabla 8. Proyección de las Vías pavimentadas y no pavimentadas

AÑO	DEPARTAMENTAL			VECINAL ¹		
	SUB-TOTAL	Pavimento	No Pavimentada	SUB-TOTAL	Pavimento	No Pavimentada
2021	1,727.39	905.88	821.50	6,968.79	515.93	6,452.86
2022	1,725.21	957.59	767.62	7,188.73	544.69	6,644.04
2023	1,723.03	1,009.29	713.74	7,408.67	573.45	6,835.22
2024	1,720.85	1,060.99	659.86	7,628.61	602.21	7,026.40
2025	1,718.66	1,112.69	605.97	7,848.55	630.97	7,217.58
2026	1,716.48	1,164.39	552.09	8,068.49	659.73	7,408.76

A partir de las estimaciones de la Tabla 8, se elabora la Tabla 9, donde partiendo del año 2021, se toma como dato las vías no pavimentadas que se tenían el año anterior, es decir, las vías no pavimentadas para el inicio del 2021 son las vías no pavimentadas con las que se contaba en el 2020, siendo esta cifra de 761.65 km y 5,714.14 km a nivel departamental y vecinal respectivamente, de los cuales según las proyecciones de Los Indicadores de Brechas para vías no pavimentadas, análisis de las inversiones públicas en este rubro, y el índice de ejecución presupuestal de la región, se estima que el 12% de las vías departamentales no pavimentadas se van a pavimentar y el 9% de las vías vecinales no pavimentadas estarán en condición por pavimentar.

Tabla 9. Proyección de Vías no pavimentadas y por pavimentar

AÑO	DEPARTAMENTAL		VECINAL ¹		Total
	No Pavimentada	No Pavimentada	Por Pavimentar	Por Pavimentar	
2021	761.65	5,714.14	91.40	514.27	605.67
2022	821.50	6,452.86	98.58	580.76	679.34
2023	767.62	6,644.04	92.11	597.96	690.08
2024	713.74	6,835.22	85.65	615.17	700.82
2025	659.86	7,026.40	79.18	632.38	711.56
2026	605.97	7,217.58	72.72	649.58	722.30

Para determinar finalmente las cantidades demandadas de gránulos de PET reciclado para la elaboración de asfalto, se considera el total de la cantidad (km) de vías por pavimentar, la necesidad de asfalto para la pavimentación (tomando en cuenta que por cada kilómetro se necesita 39.2 toneladas de asfalto convencional), la proporción de

aceptación del producto y finalmente el requerimiento de gránulos de PET para la pavimentación de las vías.

Entonces, para el año 2022 se estimó que las vías por pavimentar serán de 679.34 km, y que para su pavimentación se invierte 26,630.04 toneladas de asfalto convencional, de los cuales en base a las entrevistas el 50% del total está de acuerdo en la incorporación de gránulos de PET para la elaboración de asfalto, resultando un requerimiento para la pavimentación de 13,315.02 toneladas de asfalto, la proporción de gránulos PET es del 15% del total, por lo que finalmente se determina que para el 2022 se demandará 1,997.25 toneladas de gránulos de PET para la elaboración de asfalto.

Tabla 10. Demanda proyectada de gránulos de PET para asfalto

AÑO	Total (km)	Necesidad de Asfalto (tn)	50% Aceptación	Gránulo de PET (tn)
2022	679.34	26,630.04	13,315.02	1,997.25
2023	690.08	27,051.06	13,525.53	2,028.83
2024	700.82	27,472.08	13,736.04	2,060.41
2025	711.56	27,893.10	13,946.55	2,091.98
2026	722.30	28,314.11	14,157.06	2,123.56

En total, la demanda de gránulos de PET para ladrillos y asfalto hace una suma de 2,002.49 para el primer año de funcionamiento, ver Tabla 11.

Tabla 11. Demanda total proyectada

Año	Demanda de gránulos de PET
2022	2,002.49
2023	2,034.27
2024	2,066.05
2025	2,097.84
2026	2,129.64

3.7. Análisis de la oferta

En la actualidad, no existen empresas a nivel nacional que se dediquen al procesamiento de plástico para la elaboración de PET reciclado como agregado de

materiales de construcción. Sólo existen pequeñas empresas dedicadas a la utilización de PET reciclado para la elaboración de ladrillos de construcción de forma artesanal.

3.8. Comercialización

El producto que se ofrece es PET reciclado que se emplea como aditivo para la elaboración de materiales de construcción (ladrillos y asfalto). A continuación, se presenta información referente al producto:

- Naturaleza del producto: el PET reciclado, es un producto que es extraído de las botellas, luego de pasar por una serie de procesos.
- Niveles del producto:
Producto esencial: plástico utilizado.
Producto real: gránulo de PET reciclado como agregado para materiales de construcción.
Producto potencial: en la actualidad el aditivo de PET reciclado no se comercializa a nivel local y menos de forma masiva.

3.8.1. Estrategia de precio

Se aplicará una estrategia de penetración de mercado con la finalidad de fijar un precio que vaya de acuerdo al segmento en el que se desenvolverá la empresa. Esta estrategia permitirá que la empresa atraer y fidelizar a sus consumidores. El precio del PET reciclado es de s/7.30 por kilo. Además del precio, el producto destaca por sus características físicas y el impacto positivo en el ambiente.

3.8.2. Estrategia de distribución

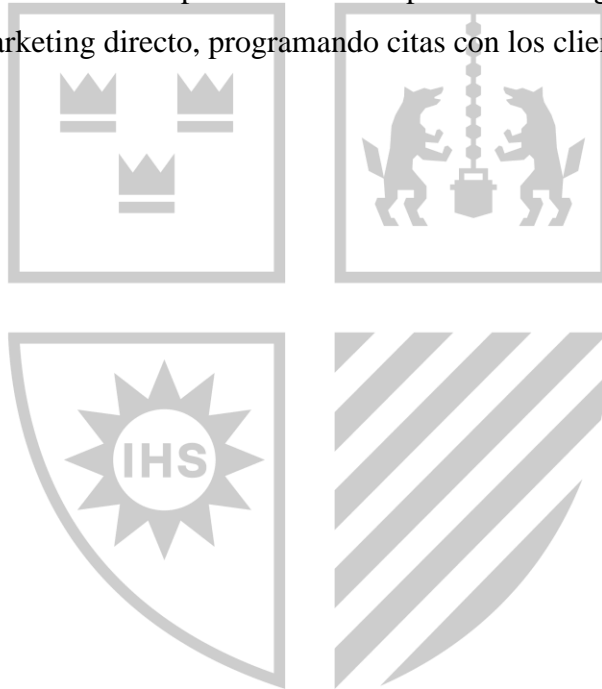
Se pretende destacar como un producto eco amigable, resistente a diferentes cambios de temperatura, de alta calidad y de bajo costo:

- Canal de distribución: se hará uso del canal Productor-Cliente, manteniendo de esta forma, un contacto directo con el cliente sin la intervención de intermediarios.

- Modalidad de distribución: se opta por la distribución selectiva, ya que en este se usan los canales más adecuados para comercializar el producto, dado que este producto no es para venderse en todo tipo de empresa, el sector al que se dirige es específicamente, empresas ladrilleras y de asfalto.

3.8.3. Estrategia de comunicación

Se pretende ofrecer un producto que destaque entre las empresas como un producto eco amigable, que busca reducir el índice de plástico que se desecha al año y que posee un bajo costo. Para su promoción se emplearán estrategias de comunicación haciendo uso del marketing directo, programando citas con los clientes potenciales.



CAPÍTULO IV: ESTUDIO DE PLANTA

En este capítulo se desarrollarán los aspectos relacionados a la planta, como su tamaño, diseño, locación, los procesos efectuados en ella y las máquinas y equipos. El estudio de la planta demostrará que tan factible es la idea a partir del análisis de la capacidad de la infraestructura y la colocación estratégica interna de los elementos.

4.1. Tamaño de planta

4.1.1. Disponibilidad de Materia Prima

En Arequipa la generación de residuos sólidos ha ido en aumento, y más aun con la presencia de la pandemia por el Covid-19, de acuerdo al reporte del Ministerio del Ambiente (Figura 3), para el año 2020 se ha generado 337,640.56 toneladas de residuos sólidos entre desechos plásticos, orgánicos e inorgánicos, cifra mayor a lo generado el año 2019.



Figura 3. Residuos sólidos en Arequipa

Según el reporte, solo en la provincia de Arequipa, se produjo el 79% del total de los desechos producidos a nivel regional, con una producción diaria de 736.87 toneladas a nivel municipal.

Tabla 12. Generación de residuos por provincia

N°	Provincia	Generación Municipal Anual (t/año)	Generación Municipal Diaria (t/día)	Generación Municipal per cápita (kg/hab./día)
1	Arequipa	268,957.69	736.87	0.64
2	Camaná	15,199.28	41.64	0.80
3	Caravelí	7,134.24	19.50	0.59
4	Castilla	7,124.30	19.52	0.77
5	Caylloma	22,008.12	60.30	0.76
6	Condesuyo	1,581.72	4.33	0.67
7	Islay	14,179.37	38.85	0.73
8	La Unión	1,455.84	3.99	0.54
Total		337,640.56	925.00	0.65

Fuente: Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos, agosto. 2021

Según el Ministerio del Ambiente, para el 2015 la región de Arequipa como mínimo empleaba 52 toneladas de plástico al año. Sin embargo esta cifra para el año 2018 se ha duplicado, siendo los distritos con mayor consumo: Hunter, Cerro Colorado, Bustamante y Rivero, Paucarpata y Alto Selva Alegre. Según el director de Salud Ambiental del GERESA, en Arequipa se llega a consumir entre dos a tres toneladas de plástico desechable a la semana (Mercados y Regiones, 2018).

Como se hizo referencia, la pandemia ha agravado más aún la situación, el uso masivo de bolsas, botellas de plástico, productos desechables en general sumado a guantes, protectores faciales y mascarillas descartables ha hecho que la contaminación en la ciudad sea un peligro para la salud humana; en distritos como Yanahuara se ha doblado la generación de plástico, pasando de 17% al 32% del total de residuos sólidos desechados (Castillo, 2021).

Es bajo este contexto, que las actividades de reciclaje también fueron afectadas por el temor al contagio, y es a mediados de setiembre cuando se empezó a retomar el reciclaje en la ciudad de Arequipa, no sin antes haber sido capacitados e implementados con accesorios de protección por parte de la Municipalidad Provincial (La República, 2020). El trabajo de reciclaje es realizado por 19 Asociaciones que se han formalizado y

trabajan juntamente con los municipios, quienes a la vez se encargan de su comercialización, con un precio de venta estimado en S/ 0.77 por kilogramo, estas asociaciones son los nombrados a continuación (Municipalidad Provincial de Arequipa, 2017):

- Asociación de Recicladores Recicla Vida
- Asociación de Recicladores Nuevo Mundo
- Asociación de Recicladores Perú Recicla
- Asociación de Recicladores Eco sostenibles de Cayma (ARECA)
- Asociación de Recicladores Musuq Pacha
- Asociación de Don Segregorio
- Asociación de Recicladores de Medio Ambiente del Perú-ARMA PERÚ
- Asociación de Recicladores de protectoras de la ecología
- Asociación de Recicladores Jesús Mesías
- Asociación de Recicladores Centinelas del Planeta
- Asociación de Recicladores Ecológicos de Sachaca
- Asociación de recicladores de Santa Ana
- Asociación de Recicladores de Mariano Melgar Mujeres Salvadoras del Mundo
- Asociación de Mujeres Emprendedoras de Miraflores
- Asociación de Mujeres Mejorando el Medio Ambiente
- Asociación de Trabajadores y Segregadores Santa Ana-Arequipa (ASTRASA)
- Asociación de recicladores de la Joya

4.1.2. Demanda del Producto

Las cantidades de producción influyen directamente en el tamaño de planta, en la sección anterior se identificó una demanda para el año 1 con una proyección de 2002.49 toneladas de gránulos de PET reciclado, el cual tendrá una tendencia creciente por los próximos años de operación, situación favorable para la planta.

4.2. Operaciones y procesos

4.2.1. Proceso productivo

El proceso de transformación de gránulos de PET como agregado para materiales de construcción, se llevará a cabo mediante el empleo de máquinas y equipos que permitirán su fabricación, toda etiqueta o líquido será retirado de las botellas antes de ser procesadas.

Para su la extracción del gránulo del PET se llevarán a cabo los siguientes procesos:

- **Recepción:** Se reciben los PET de los centros de acopio.
- **Separación del material:** Se hace una clasificación del material recibido por tipo de plástico antes de ser pesado.
- **Des etiquetado:** se retira con la ayuda de una máquina des etiquetadora, cualquier tipo de etiqueta de plástico o papel que pudiera tener la materia prima.
- **Trituración:** El material es transportado mediante fajas a la máquina trituradora, de la cual se obtienen pedazos grandes.
- **Lavado y secado:** Los pedazos obtenidos pasan por un proceso de limpieza y se retiran todo tipo de contaminantes que pudiera haber en el plástico por su uso.
- **Aglutinamiento:** El gránulo obtenido del plástico es agrupado de forma compacta con ayuda de la máquina aglutinadora.
- **Proceso de extrusión:** Es la etapa que permite transformar la materia con la forma y las características de gravedad.
- **Pesado:** El material obtenido es previamente pesado, para pasar a ser empaquetado.
- **Empaquetado:** El material es empaquetado en sacos de 40 Kg.
- **Almacenamiento del producto final:** Se traslada almacén el producto finalizado para su venta.

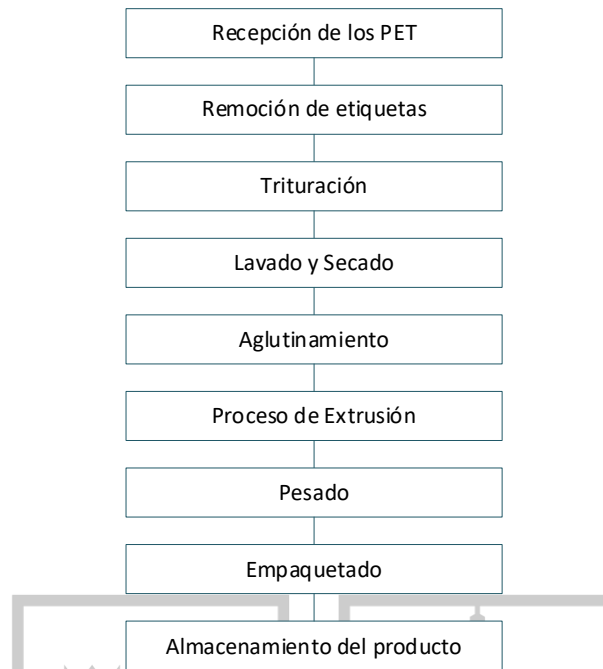


Figura 4. Diagrama de bloques del proceso de gránulos de PET

Fuente: elaboración propia

Con ayuda del DOP , se presenta una descripción de los diferentes procesos en la planta, describiendo las operaciones, indicando cuales son los insumos que se emplean y la cantidad de verificaciones que se llevan a cabo en el proceso. El proceso descrito se detalla en la Figura 5.

De igual manera en la se presenta el Diagrama Analítico del Proceso, en ambos diagramas se delimita el número de operaciones a 8, y número de inspecciones como mínimo uno, puesto que la máquina empaquetadora se encargará del pesaje respectivo.

Para la ejecución de las actividades se tomará un tiempo de 14.83 horas, de las cuales 6.50 horas se ocupará en las actividades operativas propiamente dichas.

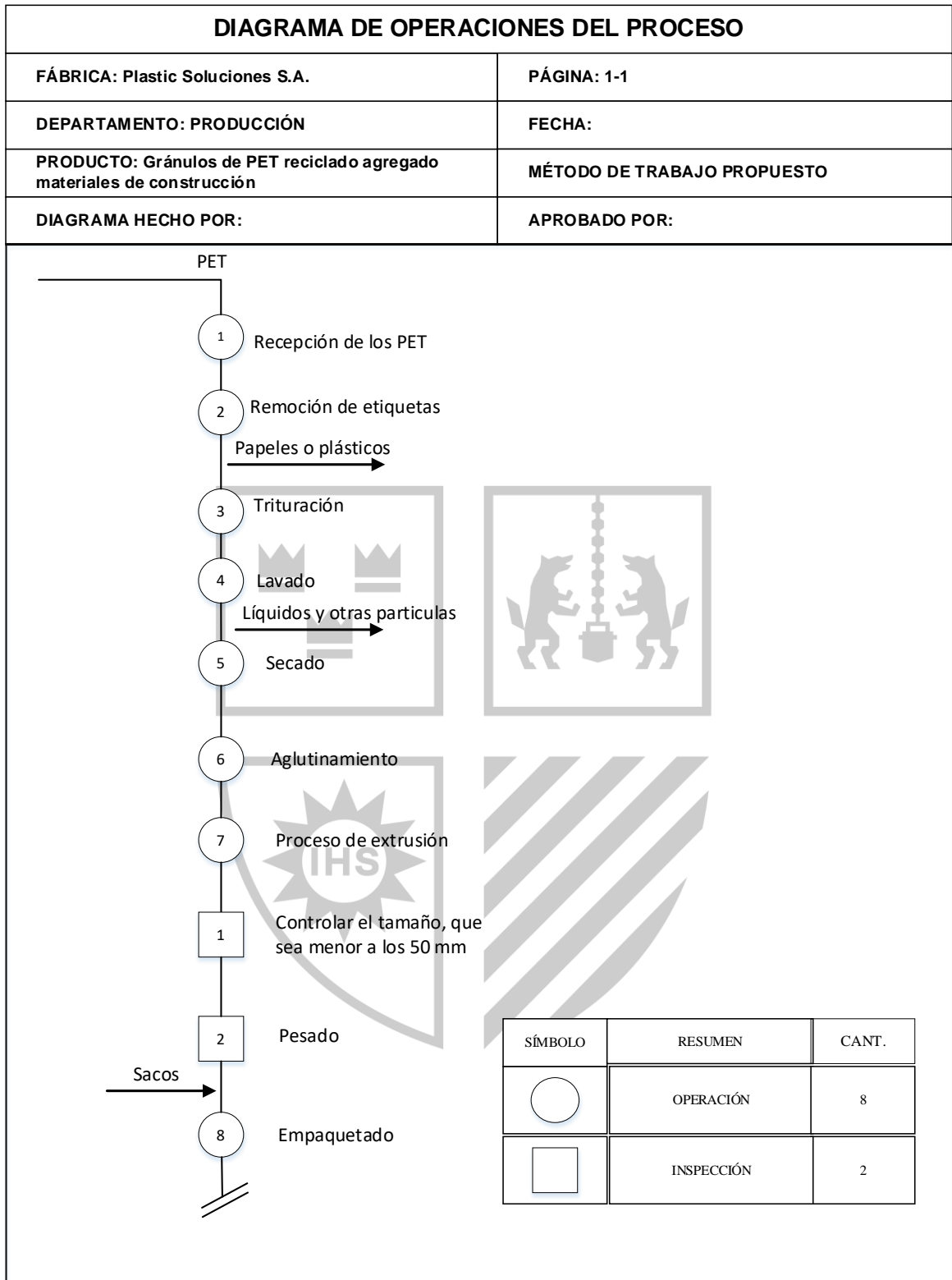


Figura 5. Diagrama de Operaciones (DOP)- Gránulos De PET reciclado

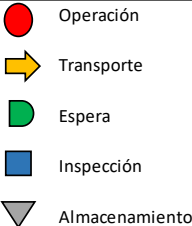

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO PROCESO: Transformación de gránulos de PET como agregado a materiales de construcción PRODUCTO: Sacos de gránulos de PET										
MÉTODO		<input type="checkbox"/> Actual	<input checked="" type="checkbox"/> Propuesto	Tipo de actividad					Aclaraciones	
Nº	Descripción	Cantidad (kg)	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Operación	Transporte	Espera	Inspección		Almacenamiento
1	Preparación de insumos	7976		0.83			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Traslado a la máquina removedora de etiquetas	7976	4	1.00	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Remoción de etiquetas	7976		0.67			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Traslado en la cinta hacia la máquina trituradora	7976	3	1.00	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Trituración (Molido)	7976		0.67			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Traslado a la máquina de lavado	7976	3	1.00	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Lavado	7976		0.67			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se retira residuos contaminantes
8	Secado	7976		0.67			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Traslado en la cinta transportadora a la máquina aglutinadora	7976	4	1.00	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Aglutinamiento	7976		0.67			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Proceso de extrusión	7976		0.67			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Control de tamaño	7976		1.33	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Controlar tamaño, debe ser menor a 50 mm
14	Traslado para su empaquetado	7976	5	1.00	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16	Empaquetado	7976		1.67			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
17	Traslado su almacenamiento	7976		1.00	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18	Almacenar	7976		1.00	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Total		7976	19	14.83	8	6	0	1	1	
Resumen	Actividad	Cantidad	Tiempo	Fecha: 26/11/2021				Diagramado por:		
	Operación	8	6.50							
	Transporte	6	6.00							
	Espera	0	0							
	Inspección	1	1.33							
Almacenamiento	1	1.00								

Figura 6. Diagrama Analítico de Proceso (DAP)- Gránulos de PET reciclado


4.3. Requerimiento de máquinas

Para el funcionamiento de la planta es necesario contar con una serie de máquinas que dotarán de un proceso más automatizado, rápido y con menos errores. A continuación se nombra cada una de estas:


- **Removedor de Etiquetas**

Máquina	Removedor de etiquetas	
Uso	Quitar las etiquetas de las botellas	
Marca	Fangtai	
Producción	200-5000 kg/h	
Potencia	37 kw	
Dimensiones		
Largo	6 m.	
Ancho	1.3 m.	
Alto	2.3 m.	

- **Trituradora**

Máquina	Trituradora	
Uso	Transforma los productos de plástico de gran dimensión en residuos.	
Marca	Mooge	
Producción	300-5000 kg/h	
Potencia	90 kw	
Dimensiones		
Largo	2 m.	
Ancho	2.5 m.	
Alto	2.80 m.	


- **Lavadora**

Máquina	Lavadora de residuos plásticos	
Uso	Quita las impurezas de los residuos plásticos	
Marca	Haouri	
Producción	4000 kg/h	
Potencia	110 kw	
Dimensiones		
Largo	3.1 m.	
Ancho	1.3 m.	
Alto	1.8 m.	

- **Secadora**

Máquina	Secador Plástico	
Uso	Elimina residuos de agua en el plástico	
Marca	Zhengzhou Pasen Machinery	
Producción	15000 kg/h	
Potencia	15 kw	
Dimensiones		
Largo	1.9 m.	
Ancho	1 m.	
Alto	2.0 m.	

- **Granceadora**

Máquina	Granceadora	
Uso	Realiza el proceso de aglutinamiento y extrusión del plástico.	
Marca	Useon	
Producción	2400 kg/h	
Potencia	600 kw	
Dimensiones		
Largo	15.2 m.	
Ancho	3.3m.	
Alto	4.46 m.	

- **Empaquetadora**

Máquina	Envasadora de gránulos	
Uso	Pesa y empaca bolsas como mínimo de 3000 kg.	
Marca	Jinbao	
Producción	20-50 bolsas por hora	
Potencia	1.25 kw	
Dimensiones		
Largo	1.72 m.	
Ancho	1.72 m.	
Alto	3.85 m.	

4.4. Requerimiento de mano de obra

Para el funcionamiento de la planta es necesario contar además del personal administrativo, el personal operativo, quienes tienen un contacto directo con el sistema de producción.

Es importante aclarar que el sistema productivo diseñado para la planta es semiautomático, ya que requiere solo la supervisión y control del proceso. En relación a lo mencionado se estima conveniente contar con la siguiente cantidad de trabajadores descritos en las siguientes tablas.

Tabla 13. Personal Operativo

N°	Proceso	Horas a la semana	Cantidad de mano de obra directa
1	Recepción y validación de materia prima	48	1
2	Remoción de etiquetas	48	
3	Triturado	48	
4	Lavado	48	2
5	Granceado	48	
6	Empacado	48	
7	Almacén	48	4
8	Área de carga y descarga	48	
	Total		7

Tabla 14. Personal Administrativo

Cargo	Número
Gerente	1
Supervisor de planta	1
Administradores	1
Ventas	1
Financista	1
Logística	1
Total	6

4.5. Requerimiento de área de planta

Una metodología de gran ayuda y precisión para la determinación del área requerida es el Método Guerchet, que de acuerdo al área de la máquina y su manipulación se establece un área mínima para que la planta pueda funcionar.

Para ello se establece las áreas para las actividades operativas, las cuales son siete, la área de remoción de etiquetas, triturado, lavado, granceado, empackado y almacén de productos terminados. Adicionalmente es necesario contar con áreas complementarias como el área administrativa, los servicios higiénicos, el área de carga y descarga.

En los siguientes cuadros se muestra las áreas requeridas por espacios de planta:

Tabla 15. Área de remoción de etiquetas

Mueble	Cantidad (n)	Dimensiones			Lados					
		L (m.)	A (m.)	H (m.)	a utilizar (N)	K (h/2H)	Ss (m2)	Sg (m2)	Se (m2)	St (m2)
Removedor de etiquetas	2	6.00	1.30	2.30	4	0.35	15.60	62.40	27.13	105.13
Faja transportadora vertical	4	5.00	1.00	2.00	3	0.40	20.00	60.00	32.00	112.00
Faja horizontal	2	4.00	1.00	1.30	2	0.62	8.00	16.00	14.77	38.77
Palas	1	0.10	0.40	1.50	4	0.53	0.04	0.16	0.11	0.31
									Total	256.21

Tabla 16. Área de triturado

Mueble	Cantidad (n)	Dimensiones			Lados					
		L (m.)	A (m.)	H (m.)	a utilizar (N)	K (h/2H)	Ss (m2)	Sg (m2)	Se (m2)	St (m2)
Máquina trituradora	2	2.00	2.50	2.80	3	0.29	10.00	30.00	11.43	51.43
Faja transportadora vertical	2	6.00	2.00	3.60	3	0.22	24.00	72.00	21.33	117.33
									Total	168.76

Tabla 17. Área de Lavado y Secado

Mueble	Cantidad (n)	Dimensiones			Lados a utilizar (N)	K (h/2H)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
		L (m.)	A (m.)	H (m.)						
Faja transportadora vertical	8	3.00	1.00	1.50	2	0.53	24.00	48.00	38.40	110.40
Lavadora	2	3.10	1.30	1.80	2	0.44	8.06	16.12	10.75	34.93
Secadora	4	1.90	1.00	2.00	2	0.40	7.60	15.20	9.12	31.92
Faja transportadora horizontal	3									
Total										177.25

Tabla 18. Área de Granceado

Mueble	Cantidad (n)	Dimensiones			Lados a utilizar (N)	K (h/2H)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
		L (m.)	A (m.)	H (m.)						
Faja transportadora vertical	1	4.00	1.00	3.00	2	0.27	4.00	8.00	3.20	15.20
Granceadora	3	15.20	3.30	4.46	2	0.18	150.48	300.96	80.98	532.42
Faja transportadora horizontal de control	3	4.00	1.00	1.30	2	0.62	12.00	24.00	22.15	58.15
Total										605.77

Tabla 19. Área de Empacado

Mueble	Cantidad (n)	Dimensiones			Lados a utilizar (N)	K (h/2H)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
		L (m.)	A (m.)	H (m.)						
Empaquetadora	1	1.72	1.72	3.85	3	0.21	2.96	8.88	2.46	14.29
Big bag	2	0.90	0.90	1.10	4	0.73	1.62	6.48	5.89	13.99
Faja transportadora vertical	1	5.00	1.20	1.00	2	0.80	6.00	12.00	14.40	32.40
Zona de descarga	1	4.00	1.50	0.15	3	5.33	6.00	18.00	128.0	152.00
Carreta	3	0.68	0.41	0.92	4	0.87	0.84	3.35	3.64	7.82
Total										220.50

Tabla 20. Área de almacén de productos terminados

Mueble	Cantidad (n)	Dimensiones			Lados a utilizar (N)	K (h/2H)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
		L (m.)	A (m.)	H (m.)						
Big bags	199	0.90	0.90	1.10	2	0.73	161.56	323.11	352.49	837.15
Carreta	3	0.68	0.41	0.92	4	0.87	0.84	3.35	3.64	7.82

Tabla 21. Área de almacén de materia Prima

Mueble	Cantidad (n)	Dimensiones			Lados a utilizar (N)	K (h/2H)	Ss (m2)	Sg (m2)	Se (m2)	St (m2)
		L (m.)	A (m.)	H (m.)						
Fardo de botellas recicladas	2000	0.50	0.34	0.51	2	1.57	340.00	680.00	1603.14	2623.14
Palas	2	0.10	0.40	1.50	4	0.53	0.08	0.32	0.21	0.61
									Total	2623.76

Tabla 22. Área de servicios Higiénicos

Mueble	Cantidad (n)	Dimensiones			Lados a utilizar (N)	K (h/2H)	Ss (m2)	Sg (m2)	Se (m2)	St (m2)
		L (m.)	A (m.)	H (m.)						
Inodoro	8	0.60	0.40	0.60	3	1.33	1.92	5.76	10.24	17.92
Lavamanos	8	0.40	0.35	1.20	3	0.67	1.12	3.36	2.99	7.47
Urinarios	4	0.40	0.25	0.60	3	1.33	0.40	1.20	2.13	3.73
Tacho de basura	8	0.25	0.25	0.40	2	2.00	0.50	1.00	3.00	4.50
									Total	33.62

Tabla 23. Área Administrativa

Mueble	Cantidad (n)	Dimensiones			Lados a utilizar (N)	K (h/2H)	Ss (m2)	Sg (m2)	Se (m2)	St (m2)
		L (m.)	A (m.)	H (m.)						
Escritorio	7	1.20	0.80	0.90	3	0.89	6.72	20.16	23.89	50.77
Mesa de reuniones	1	4.00	1.50	1.20	4	0.67	6.00	24.00	20.00	50.00
Sillas	17	0.55	0.55	0.80	3	1.00	5.14	15.43	20.57	41.14
Archivador	4	1.30	0.60	1.70	2	0.47	3.12	6.24	4.40	13.76
									Total	155.68

Tabla 24. Área de carga y descarga

Mueble	Cantidad (n)	Dimensiones			Lados a utilizar (N)	K (h/2H)	Ss (m2)	Sg (m2)	Se (m2)	St (m2)
		L (m.)	A (m.)	H (m.)						
Camión	4	4.75	1.60	1.60	4	0.50	30.40	121.60	76.00	228.00
Carreta	3	0.68	0.41	0.92	4	0.87	0.84	3.35	3.64	7.82
									Total	235.82

En suma, se requiere como mínimo 5,322 m² para la instalación de la planta, en la Tabla 25, se detalla de manera resumida el requerimiento por espacio.

Tabla 25. Requerimiento de área

Espacio	Área (m2)
Área de remoción de etiquetas	256
Área de triturado	169
Área de lavado	177
Área de granceado	606
Área de empacado	221
Almacén de producto terminado	845
Almacén de materia prima	2624
Área de servicios higiénicos	34
Área administrativa	156
Área de carga y descarga	236
Total	5322

Para el diseño de la planta es necesario que los espacios estén de acuerdo al proceso productivo, por lo que se hace uso de la metodología del Systematic layout Planning (SLP), la cual es ideal para el establecimiento de las áreas dentro de la planta.

En función al diagrama relacional se establece el diagrama de hilos, el cual servirá como referencia para la ubicación de cada espacio dentro de la planta.

Diagrama Relacional

Para el diagrama relacional se evalúa dos componentes, la relación entre las áreas y el motivo de relación.

Para ambos componentes se tiene las siguientes criterios de calificación:

Grado de Relación

- A = Absolutamente necesario
- E = Especialmente importante
- I = Importante
- O = Proximidad ordinaria
- U = Sin importancia
- X = No deseable

Motivo de relación

- 0 = No especifica
- 1 = Secuencia del flujo de trabajo
- 2 = Inspección y control
- 3 = Personal común
- 4 = Contacto necesario
- 5 = Conveniencia

Tabla 26. Valores de proximidad

Calificación	Color	Número de líneas	Relación de actividades
A	Rojo	4	(1,7) , (5,6) , (1,2), (2,3), (3,4), (4,5)
E	Amarillo	3	(6,10), (7,10)
I	Verde	2	(9,10) , (8,9)
O	Azul	1	(1,10) , (1,9)
U	-	-	(1,3), (1,4), (1,5),(1,6), (1,8), (2,4), (2,5), (2,6), (2,7), (2,8),(2,9), (2,10), (3,5), (3,6), (3,7), (3,8), (3,9), (3,10), (4,6), (4,7), (4,8), (4,9), (4,10),(5,7), (5,8), (5,9), (5,10),(6,7), (6,8), (6,9), (7,8),(7,9), (8,10)
X	Negro	Zigzag	

Diagrama de Hilos

Para el proyecto se establecen tres diagramas en base a los criterios de proximidad de la Tabla 26.

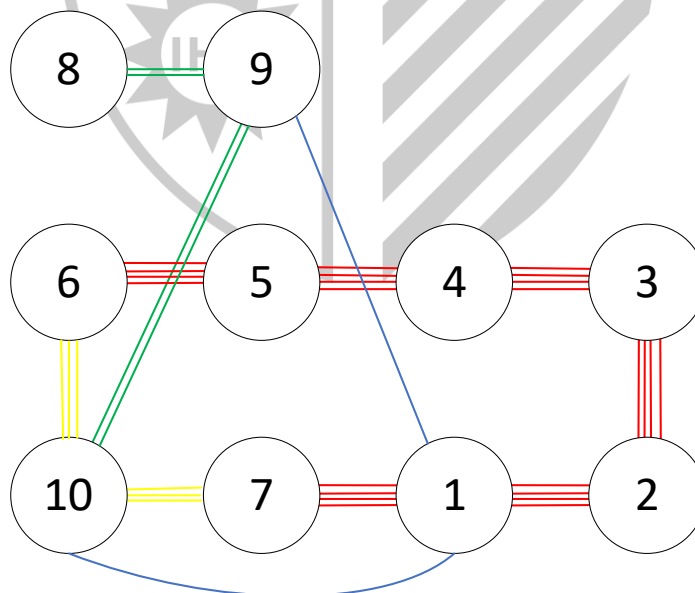


Figura 8. Propuesta 1

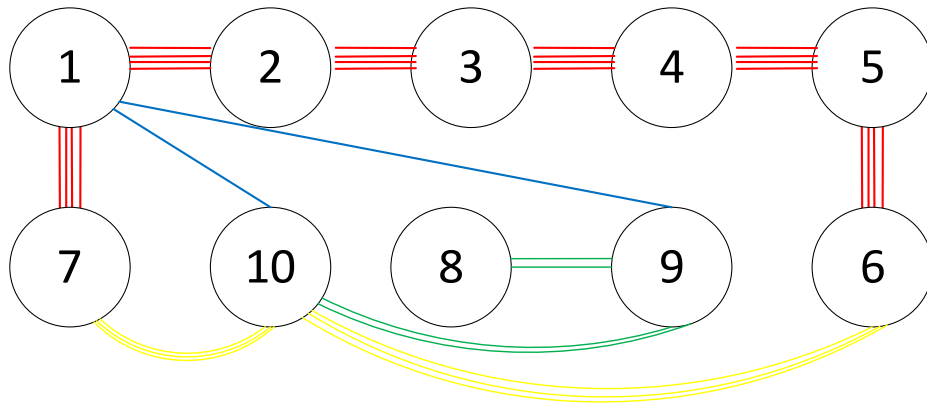


Figura 9. Propuesta 2

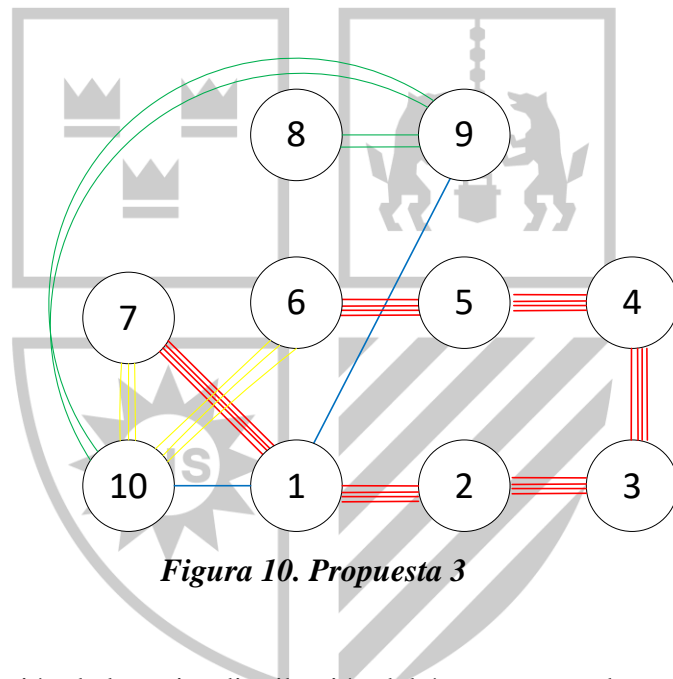


Figura 10. Propuesta 3

Para la elección de la mejor distribución del área, se procede a utilizar el método de la confrontación de criterios y ponderaciones. Por ello primero se establece los siguientes criterios:

- C1: Conforme al flujo del sistema productivo
- C2: Cercanía de los procesos absolutamente necesarios
- C3: Integración

Los cuales al compararse según importancia de unos con otros, se establece un peso, en la columna seis de la Tabla 27.

Tabla 27. Confrontación de criterios de distribución

Criterios de evaluación	Conforme al flujo del sistema productivo	Cercanía de los procesos absolutamente necesarios	Integración	Suma de preferencias	Peso
Conforme al flujo del sistema productivo		2	2	4	0.500
Cercanía de los procesos absolutamente necesarios	1		1	2	0.250
Integración	1	1		2	0.250
				8	1.000

Una vez establecido los pesos se procede a calificar las tres propuestas, que de acuerdo a los cálculos de la Tabla 28 es la Propuesta 2, la distribución más adecuada para el proyecto, y la que servirá como referencia para el diseño de la planta.

Tabla 28. Ponderación de las Propuestas de distribución

Criterio de selección	Peso	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
Conforme al flujo del sistema productivo	0.5	3	5	3
Cercanía de los procesos absolutamente necesarios	0.25	4	5	4
Integración	0.25	3	4	2
Total	1	3.25	4.75	3

4.6. Micro localización

Para la micro localización de la planta se consideran 4 opciones, cada una de ellas tiene diferentes ubicaciones en Arequipa, así como precios y áreas variables. La Tabla 29 muestra las ubicaciones consideradas.

Tabla 29. Alternativas de Ubicación

Zona industrial	Dirección	Distrito	Costo (\$)	Espacio (m2)
1	Carretera de Yura	Yura	3,200,000.00	8000
2	Vía de Evitamiento	Cerro Colorado	720,676.00	5956
3	Prolongación Dolores	José Luis Bustamante y Rivero	1,583,000.00	6332
4	Parque Industrial	Arequipa	3,920,000.00	5600

Para definir la ubicación se hará mediante la confrontación de criterios y ponderaciones, esta herramienta ayuda a que mediante criterios de importancia se determine numéricamente una decisión.

Los criterios de evaluación son los siguientes:

- Precio
- Cercanía con los proveedores
- Adecuadas vías de comunicación
- Área disponible
- Acceso a los clientes

Los cinco criterios mencionados a la vez también son evaluados de acuerdo al orden de importancia entre ellos, ello se determina mediante un cuadro de doble entrada, en la , con el fin de establecer los pesos de cada criterio de calificación.

Tabla 30. Confrontación de criterios

Criterios de evaluación	Precio	Cercanía a proveedores	Adecuadas vías de comunicación	Área disponible	Acceso a los clientes	Suma de preferencias	Peso
Precio		1	0	1	2	4	0.211
Cercanía a proveedores	1		2	1	1	5	0.263
Adecuadas vías de comunicación	0	0		1	1	2	0.105
Área disponible	1	1	1		1	4	0.211
Acceso a los clientes	1	1	1	1		4	0.211
Total						19	1.000

Una vez teniendo los pesos de cada criterio, se realiza la ponderación con las cuatro alternativas señaladas en la Tabla 29. Las alternativas son calificadas según una escala: 1 es muy bajo, 2 bajo, 3 medio, 4 alto y 5 muy alto.

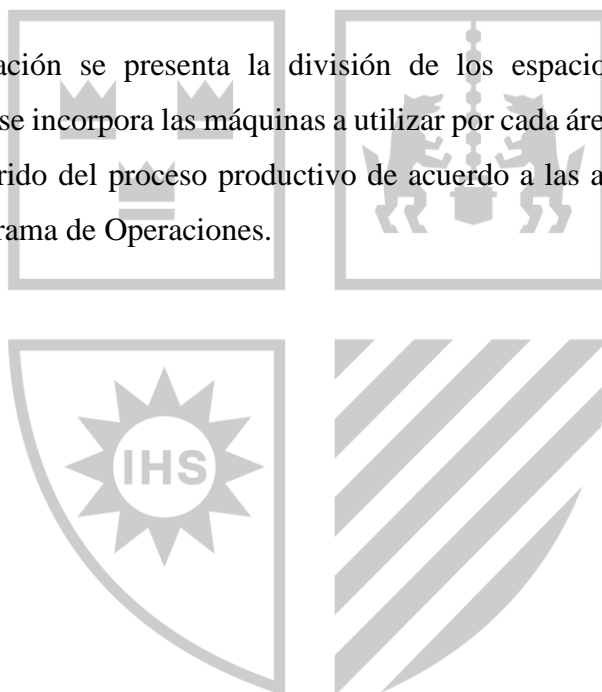
Los resultados de la ponderación se muestran en la Tabla 31, donde la alternativa 1 (El área ubicada en Yura) es la más conveniente para este tipo de proyectos.

Tabla 31. Ponderación de alternativas de ubicación

Criterio de evaluación	Peso	1		2		3		4	
Precio	0.21	3	0.632	2	0.421	3	0.632	1	0.211
Cercanía a proveedores	0.26	5	1.316	5	1.316	1	0.263	2	0.526
Adecuadas vías de comunicación	0.11	4	0.421	2	0.211	5	0.526	5	0.526
Área disponible	0.21	5	1.053	3	0.632	4	0.842	5	1.053
Acceso a los clientes	0.21	4	0.842	3	0.632	1	0.211	3	0.632
Total	1.00		4.263		3.211		2.474		2.947

4.7. Layout de planta

A continuación se presenta la división de los espacios por áreas en la , seguidamente en la se incorpora las máquinas a utilizar por cada área y en el último plano se presenta el recorrido del proceso productivo de acuerdo a las actividades operativas descritas en el Diagrama de Operaciones.



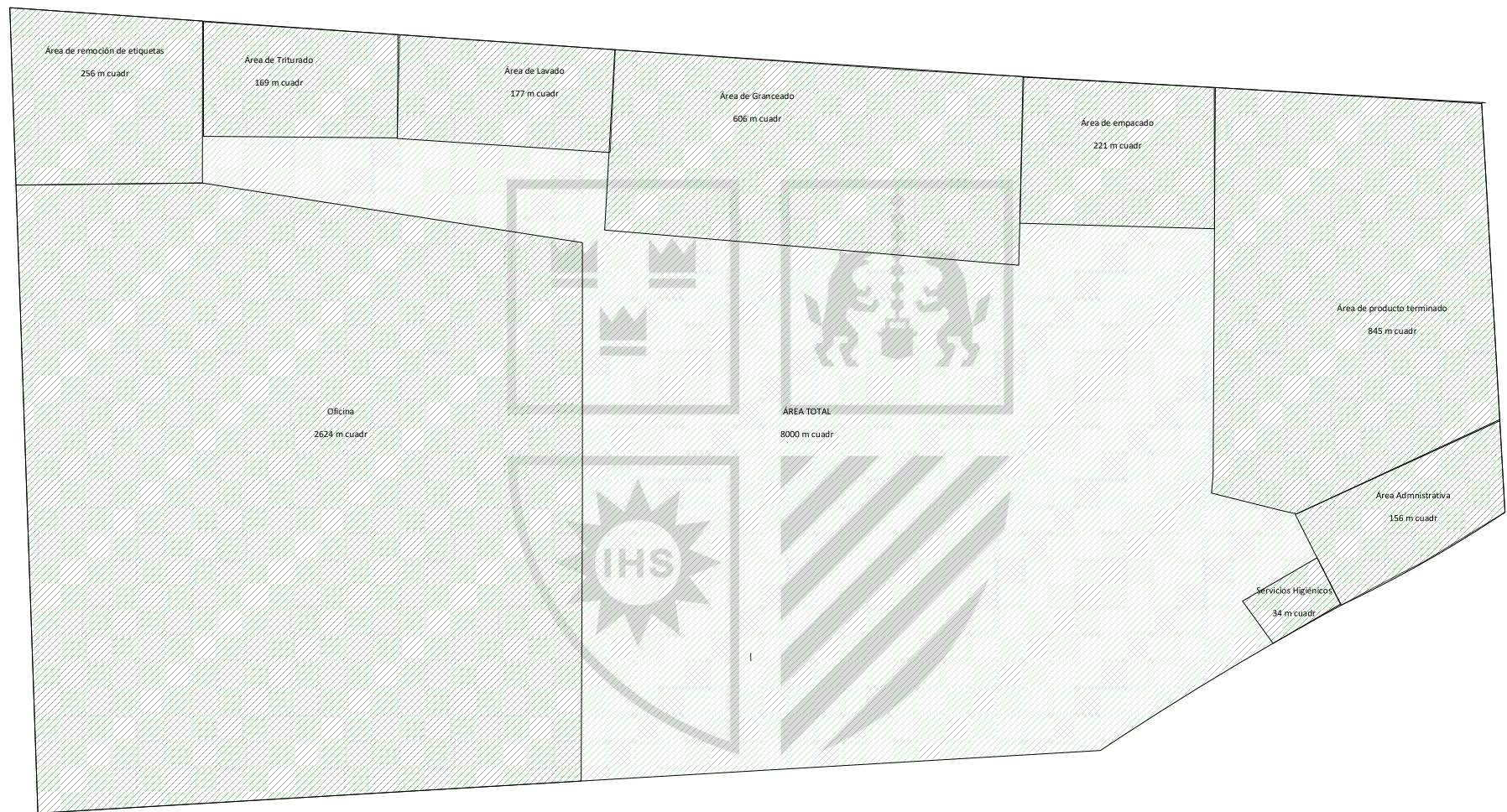


Figura 11. Distribución de áreas

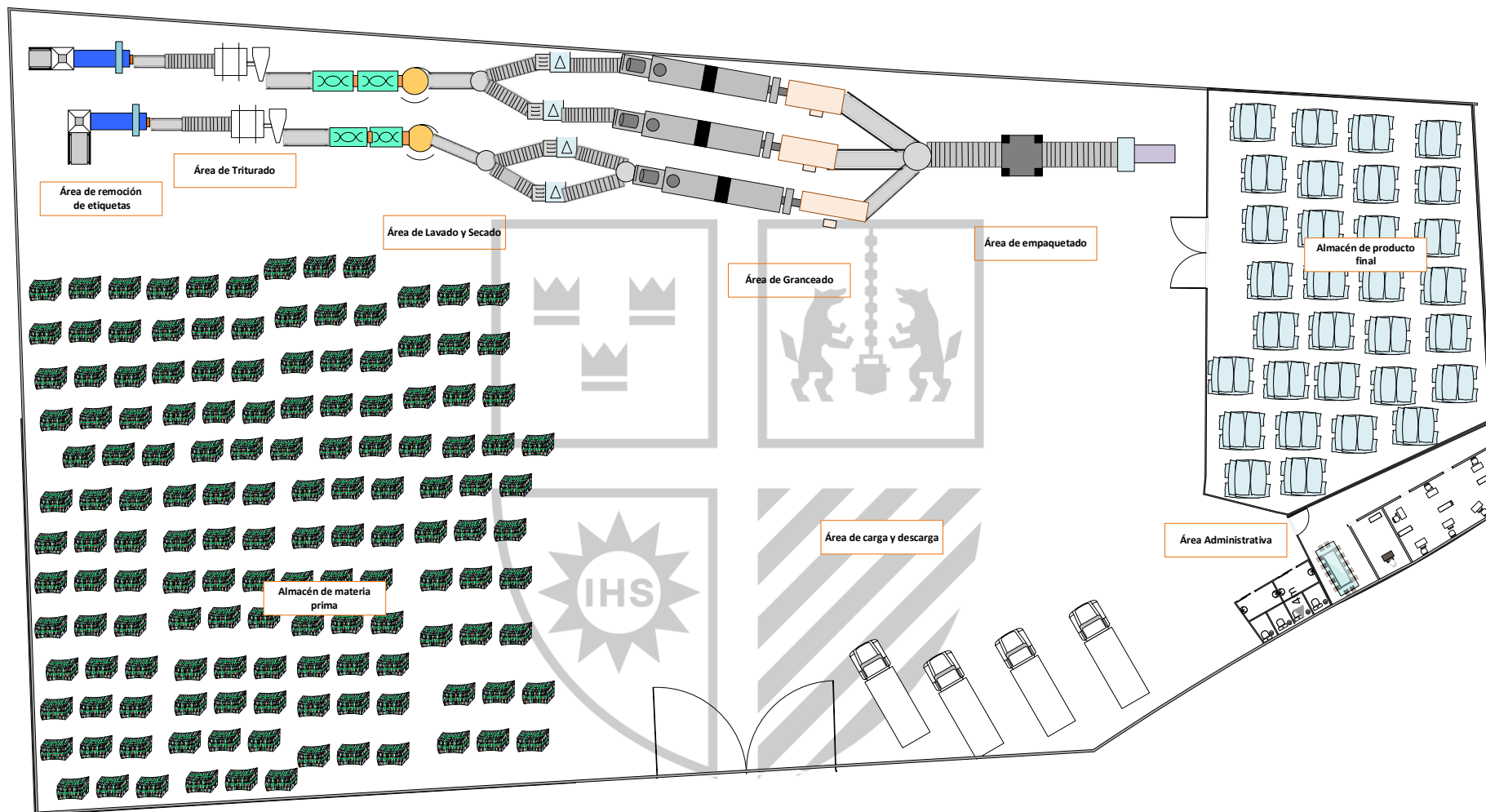


Figura 12. Distribución de áreas de producción

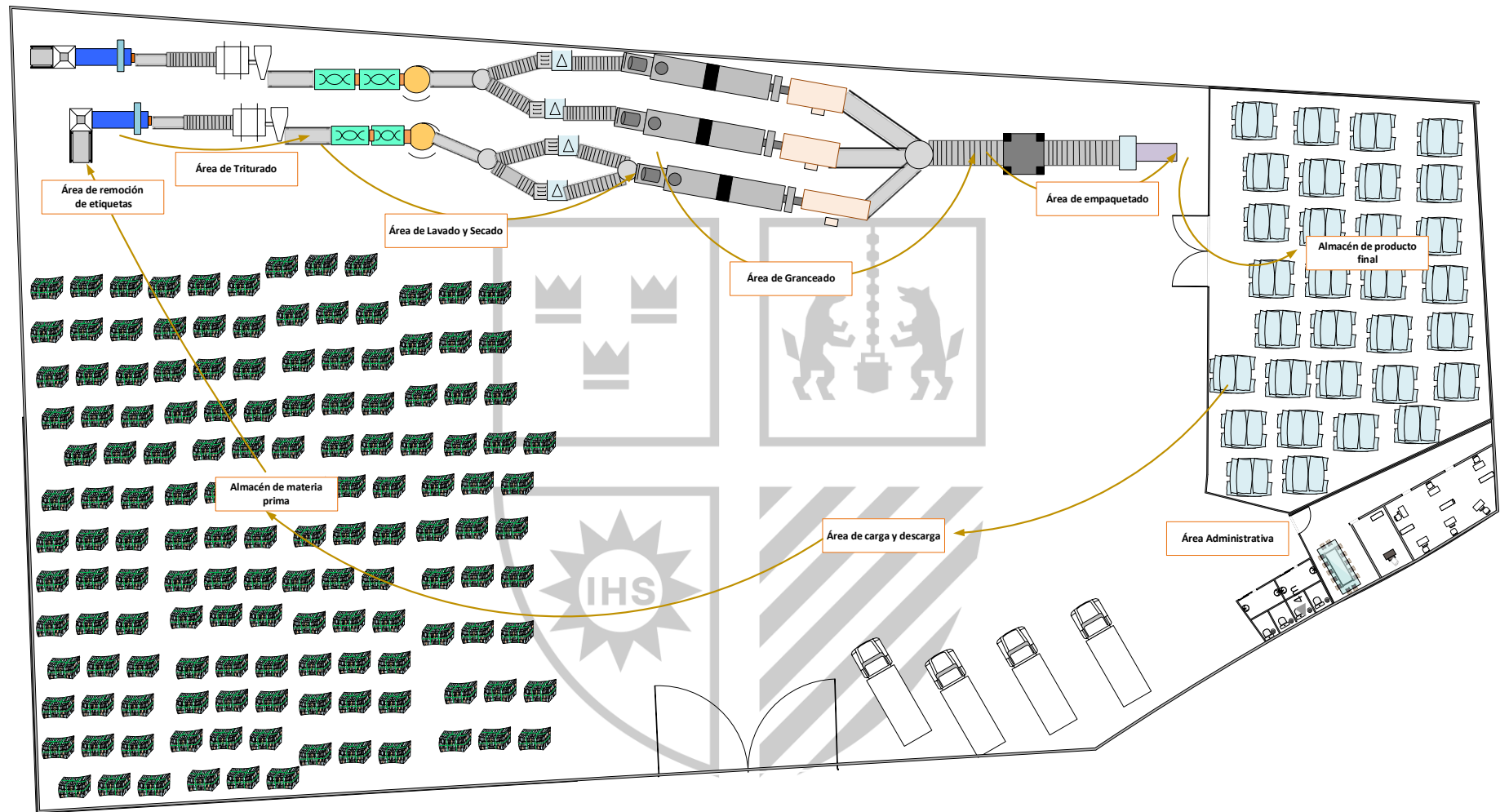


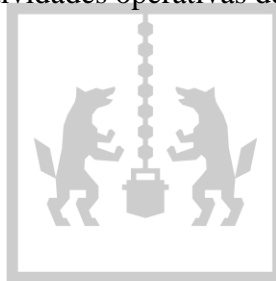
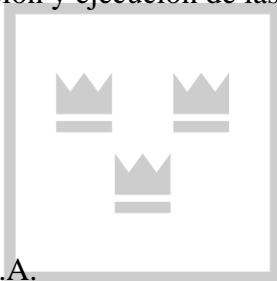
Figura 13. Proceso de Elaboración de gránulos de PET en planta

CAPÍTULO V: ESTUDIO ORGANIZACIONAL

El presente capítulo se define el tipo de empresa, así como las misión, visión y objetivos en el cual estará enmarcada, y finalmente la estructura organizacional, que ayuda a la planificación y ejecución de las actividades operativas de la planta.

5.1. Razón Social

Plastic Soluciones S.A.



5.2. Tipo de Empresa

De acuerdo a la Ley N° 26887, la empresa se conformará como una Sociedad Anónima constituida por un mínimo de 2 accionistas y un máximo de 20. El patrimonio inicial estará conformado por los aportes igualitarios de los accionistas, quienes a su vez formarán una Junta General, la designación de un Gerente y las gerencias respectivas.

5.3. Misión y Visión

5.3.1. Misión

Somos una empresa pionera en la comercialización de agregados de plástico como material de construcción, basados en la protección del medio ambiente mediante el reciclaje, transformación y comercialización.

5.3.2. Visión

Buscamos establecernos como un agente de cambio en el sur del país, capaces de solventar a las empresas constructoras de manera confiable.

5.4. Objetivos Estratégicos

- Liderazgo en el sur del país como proveedor de agregados de material de construcción.
- Imponer una forma de economía circular caracterizada por su rentabilidad y respeto al medio ambiente.
- Lograr un crecimiento a escala, que trascienda fronteras regionales.

5.5. Principios y Valores

Se tiene los siguientes principios que cimientan el funcionamiento de la empresa:

- Mejora Constante: La empresa nace de una idea innovadora y como tal debe de continuar buscando formas de seguir mejorando y a la par innovando.
- Cuidado del medio ambiente: La base del proyecto es el respeto por el medio ambiente, a través de la reducción de residuos plásticos.
- Enfoque en resultados: La empresa busca resultados de calidad, que generen rentabilidad, satisfacción en el cliente.

Así mismo, la empresa tiene los siguientes valores:

- Sustentabilidad ambiental
- Responsabilidad
- Honestidad
- Trabajo en equipo

5.6. Estructura organizacional

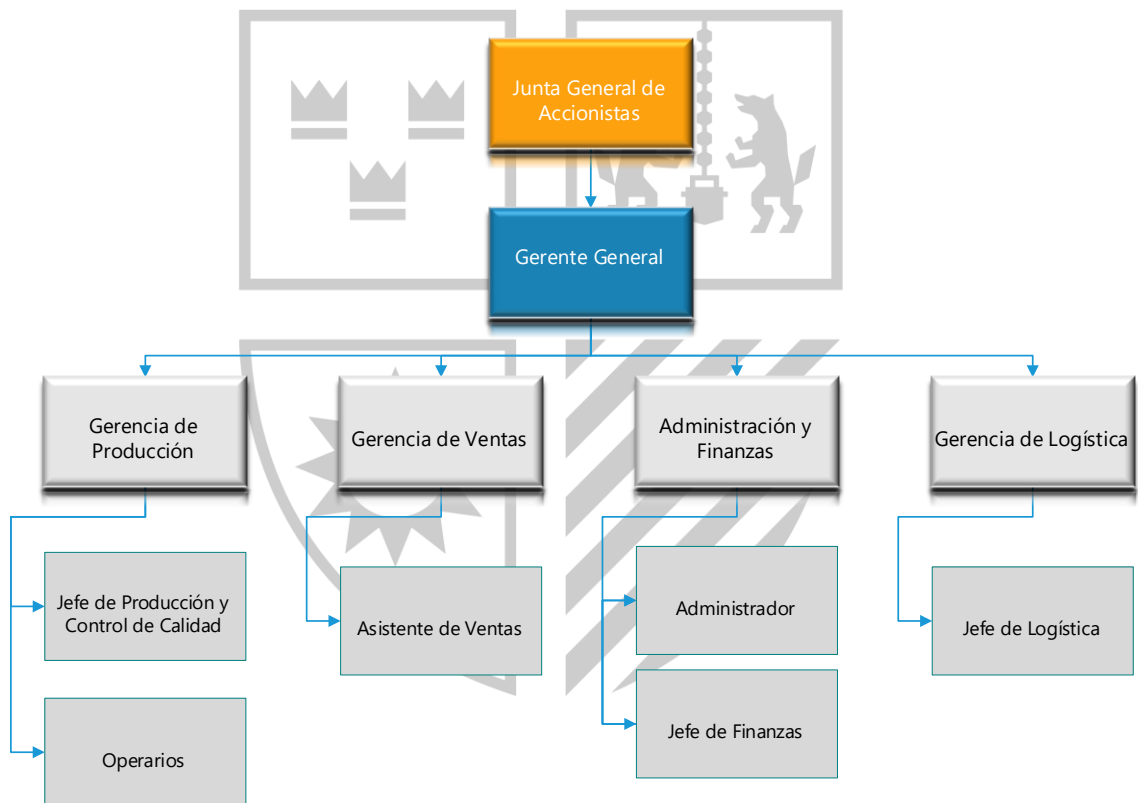


Figura 14. Organigrama de Plastic Soluciones S.A.

5.6.1. Funciones:

a. Gerente General

- Lidera la empresa, encargado de planificar y establecer las metas de la empresa, así como la firma de acuerdos institucionales.

- Realiza informes financieros a la junta general de Accionistas.
- Se encarga de las decisiones que marcan el rumbo de la empresa.
- Dirige a los empleados.

b. Jefe de Producción y Control de Calidad

- Se encarga de la dirección de los operarios, la planificación y el cumplimiento de las actividades del proceso productivo.
- Realiza una evaluación de calidad del producto de acuerdo a estándares.
- Vela por el cumplimiento de la seguridad y salud de sus subordinados.

c. Operarios

- Son los encargados de las actividades de producción, por lo que están dentro de sus funciones el accionamiento y manipulación de las máquinas.
- A la vez se encargan del mantenimiento y limpieza del área de producción.

d. Jefe de Ventas

- Se encarga de las coordinaciones con los clientes.
- Realiza campañas de publicidad y promoción.
- Establece estrategias de marketing.

e. Administrador

- Realiza actividades de coordinación mediante reuniones con las demás áreas.
- Se encarga del registro y procesamiento de información .
- Deriva documentos al gerente.
- Se encarga de los contratos de personal así como su remuneración.

f. Jefe de Finanzas

- Maneja los estados contables de la empresa.
- Realiza la planificación de los presupuestos.
- Maneja las facturas.
- Emite informes en cuanto el gerente se lo solicita.

g. Jefe de Logística

- Se encarga de la selección de proveedores.
- Realiza negociaciones a favor de la empresa.
- Se encarga del manejo del registro de inventarios.



CAPÍTULO VI: ESTUDIO AMBIENTAL

El estudio de Impacto Ambiental tiene un carácter preventivo, puesto que ayuda a la consideración de los impactos que se generan en el ambiente.

Para ello, se utilizó la metodología de Lista de chequeo como un evaluador de impacto ambiental, puesto que este método impulsa a la consideración de los posibles impactos como consecuencia de la ejecución del Proyecto, y que además se puede adecuar al tipo de proyecto que se está evaluando.

6.1. Situación Inicial de la zona

6.1.1. Aspectos Físicos

- **Aire:** La zona de instalación y operación es una zona industrial, el ambiente atmosférico está caracterizado por la emisión de gases de combustión y actividades humanas, las cuales no representan un peligro extremo para la vida.
- **Agua:** No existe cueros de agua cercanos, más bien se cuenta con servicio de agua domésticas, así como de luz y desagüe.
- **Suelo:** El área no es agrícola, ya ha sido usada anteriormente con los mismos fines del proyecto.

6.1.2. Aspecto Biótico

- **Flora:** La zona ya ha sido habitada por los seres humanos, como consecuencia no presenta vegetación abundantemente.

- **Fauna:** Existen animales domésticos.

6.1.3. Aspectos Socio-Cultural

- **Empleo:** Se proyecta la contratación de personal para la construcción y operación del proyecto.
- **Comercio:** La dinamización de la zona de influencia será inmediata, desde que se inició la construcción.
- **Percepción:** Las personas residentes presentaran molestias por la generación de ruido y polvo, sin embargo el proyecto traerá desarrollo a la zona local.

6.2. Evaluación de Impactos Ambientales

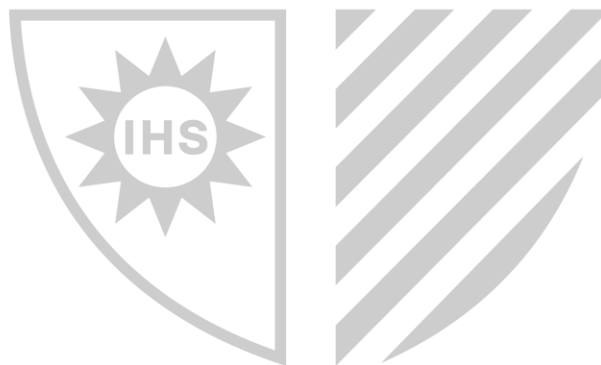
A continuación se presenta la Lista de Chequeo para la evaluación ambiental.



Tabla 32. Evaluación del Impacto Ambiental

Lista de Chequeo			
FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO	OCURRENCIA SI	OCURRENCIA NO	Observaciones
A	POR LA UBICACIÓN FÍSICA Y DISEÑO		
1		X	
2		X	Se considera la ubicación del Proyecto en una zona industrial, por lo que será favorable en la ejecución normal de las actividades.
B	POR LA EJECUCIÓN		
1		X	Esta y demás consideraciones se deben contemplar en el plan de manejo ambiental del Proyecto, con el fin de no generar desechos.
2	X		
3		X	La zona de ejecución no es agrícola, por lo que no se perjudica ningún tipo de área verde.
4		X	Los residuos de la construcción serán dispuestos a botaderos autorizados para los residuos de construcción.
5		X	Se refiere a la presencia de filtración de aceites u elementos que dañen la superficie del suelo.
6	X		Es muy importante que las actividades que se ejecuten se realicen de tal manera que tengan menos impactos en el medio ambiente.
7	X		La generación de polvo y ruido tendrá un impacto a corto plazo.
8		X	
9	X		Habrà mayores puestos de trabajo y comercialización por la gran afluencia de personas al lugar.
C	POR LA OPERACIÓN		
1	X		Puesto que la zona será industrial, este impacto es leve.
2	X		El uso de plástico como materia prima colabora con la reducción de residuos sólidos en el ambiente.

Lista de Chequeo				
FUENTES DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO	OCURRENCIA		Observaciones	
	SI	NO		
3	¿Se considera limpieza y orden en el área de planta?	X		Es muy importante que las actividades que se ejecuten se realicen de tal manera que tengan menos impactos en el medio ambiente.
4	¿Los residuos generados serán dispuestos de manera que no afecte al medio ambiente?	X		
5	¿Se hará uso de materiales tóxicos?		X	
6	¿Se generarán ruidos intolerables?	X	X	
D POR EL MANTENIMIENTO				
1	¿Se carece de personal capacitado para el mantenimiento ?		X	
2	¿Las maquinarias contarán con un mantenimiento periódico?	X		Se evitará la filtración de elementos que dañen la composición geológica del lugar.



En base a los resultados de la Lista de Chequeo, como es característico de esta metodología se pone a consideración los posibles impactos para ser mitigados. De acuerdo al análisis crítico se determina que se pueden producir impactos leves, los cuales en su mayoría están presentes en la etapa de ejecución (construcción de la planta). Uno de los impactos positivos bases del proyecto es la reducción de desechos sólidos, puesto que el proyecto se enfoca en la utilización de un material residual, que es el plástico.

Por consiguiente, se realiza un análisis de impacto ambiental por el reciclaje de plástico, tomando como referencia el estudio de la Cámara de la Industria de Reciclados Plásticos, (2012), acerca de los beneficios de reciclar 1000 toneladas de desechos plásticos, en contraste con las estimaciones del proyecto sobre el uso de los desechos plásticos se tiene el siguiente la siguiente Tabla.

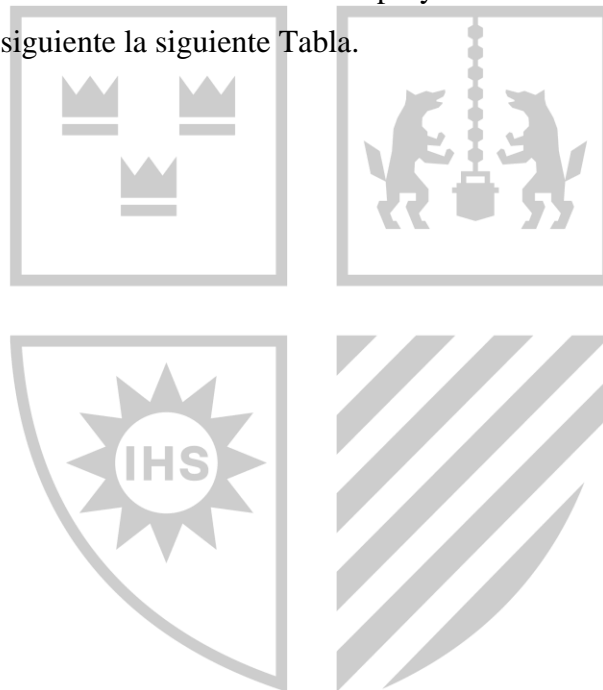


Tabla 33. Impacto Ambiental del Proyecto

Años	Base	2022	2023	2024	2025	2026
Material procesado	1,000	2,002.49	2,034.27	2,066.05	2,097.84	2,129.64
Ahorro energético	361	180.28	177.46	174.73	172.08	169.51
Ahorro de gas natural	130,0000	2,603,241.75	2,644,549.82	2,685,867.72	2727195.84	2,768,534.55
Reducción de emisiones GEI	0.126	0.25	0.26	0.26	0.26	0.27
Reducción de residuos	1,000	2,002.49	2,034.27	2,066.05	2,097.84	2,129.64

Por lo que, durante cinco años de vida del proyecto, se estima que habrá reducido los residuos plásticos en 10,330.30 toneladas, el ahorro energético será de 874.06 TEP (Toneladas Equivalentes de Petróleo), así como la reducción de Gases de Efecto de Invernadero en 1.30 Millones de Toneladas de Carbono Equivalente.

En resumen, la ejecución del proyecto tiene un alto impacto positivo para el medio ambiente.

CAPÍTULO VII: ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se hará la revisión de las inversiones necesarias para la implementación de la planta, así como los costos y gastos que incurre el proyecto. Con las cifras estimadas se realizará una evaluación de rentabilidad, mediante los indicadores más confiables como el VAN, la TIR y el periodo de recuperación.

7.1. Premisas de Proyección

Para la obtención de estimaciones lo más cercanas a la realidad, en conjunto de una revisión de aspectos que influyen en la variabilidad del proyecto, se toma en consideración las siguientes variaciones respecto a los costos de materia prima, gastos operativos y la variación de la cantidad de producto vendido, descritos en la siguiente Tabla 34.

Tabla 34. Premisas de Proyección

Descripción	Base	Cambio
% Variación de costo de materia prima	0.77	15%
% Gastos operativos		2%
% Variación de producto vendido		1.60%

Así mismo se considera tres aspectos, descritos en la Tabla 35, por lo que se determina por conveniente asumir tanto las ventas como las compra a crédito, puesto en el primer caso, se sabe que las empresas constructoras trabajan con alto grado de deuda, ya que por lo mismo sus clientes realizan los pagos al concluir un proyecto de construcción; respecto a las cuentas por pagar se trabajará con 20 días sobre las compras a crédito, ya que se confía en el nivel de capital de trabajo que asegura la producción sin

paros de la empresa. Por último el periodo medio de inventarios se estima por conveniente 30 días.

Tabla 35. Datos

Descripción	Cuentas por cobrar	Cuentas por pagar	Periodo medio de inventarios
Ventas a crédito	100%	100%	
Ventas al contado	0%	0%	
Días	45	20	30

7.2. Inversiones

Las inversiones para el proyecto son la suma del costo del terreno, dato recogido del capítulo de Estudio técnico, la alternativa 1, la cual tiene un precio de venta de \$3,200,000.00.

De igual manera, se considera las máquinas y equipos descritos y de acuerdo a la cantidad, los cuales hacen una suma de S/ 703,068.00. Para el establecimiento del proyecto es necesario contar con la infraestructura adecuada, por tal motivo se estima una gasto en infraestructura y acondicionamiento del lugar de S/ 750,000.00. Los demás ítems de la inversión se encuentran en la Tabla 36, mientras que el desagregado de estos se encuentran en los anexos.

Tabla 36. Inversiones

Descripción	Con IGV	Sin IGV
Terreno	13,120,000.00	11,118,644.07
Máquinas	703,068.00	595,820.34
Infraestructura	750,000.00	635,593.22
Muebles y enseres	8,243.00	6,985.59
Equipos de oficina	16,459.00	13,948.31
Vehículo	491,836.00	416,810.17
Total	15,089,606.00	12,787,801.69
IGV POR INVERSIÓN	2,301,804.31	

7.3. Financiamiento

Para la implementación de la planta se requiere una fuerte cantidad de dinero, por tal motivo es mejor para la empresa asumir un servicio de deuda, las condiciones del financiamiento son detallados en la Tabla 37.

Tabla 37. Servicio de Deuda

Financiamiento a inicios del periodo 0	Descripción
Factor de endeudamiento	30.94%
Préstamo inicial	2,000,000.00
Pago anual	588,585.50

El cronograma de pagos y amortización se detallan en el ANEXO 4.

7.4. Costos y Gastos

Los costos que deberá asumir la empresa son de dos tipos, los costos Directos que engloba el desembolso en la compra de materia prima, materiales directos, y los costos indirectos son aquellos desembolsos que no se involucran directamente con el producto más bien son un complemento, para el caso del proyecto se asume los costos por la compra de los sacos para el empaquetamiento del producto.

Respecto a los gastos operativos, estos se subdividen en dos, los gastos de ventas, que se refiere a la estimación en actividades de marketing, y lo segundo los gastos administrativos que es la suma de las remuneraciones al personal, los gastos en servicios básicos y la depreciación de los equipos.

Todo lo descrito se encuentra detallado en la Tabla 38, mientras que el detalle de los mismos se encuentran en el ANEXO 5.

Tabla 38. Cuadro de Costos

AÑOS	1	2	3	4	5
Materia prima	3,844,787.90	4,374,492.30	4,531,695.20	4,693,454.10	4,859,889.20
Materiales directos	801.00	813.71	826.42	839.14	851.86
Mano de obra directa	76,462.50	76,462.50	76,462.50	76,462.50	76,462.50
Costos directos	3,922,051.40	4,451,768.51	4,608,984.12	4,770,755.74	4,937,203.56
Materiales indirectos	7,510.00	7,629.00	7,748.00	7,867.00	7,987.00
Costos indirectos	7,510.00	7,629.00	7,748.00	7,867.00	7,987.00
COSTOS DE PRODUCCION	3,929,561.40	4,459,397.51	4,616,732.12	4,778,622.74	4,945,190.56
Publicidad y promoción	6,500.00	6,630.00	6,763.00	6,899.00	7,037.00
Gasto de ventas	6,500.00	6,630.00	6,763.00	6,899.00	7,037.00
Personal administrativo	239,038.22	239,038.22	239,038.22	239,038.22	239,038.22
Servicios básicos	9,750.00	9,945.00	10,143.90	10,346.78	10,553.71
Depreciación	232,413.05	232,413.05	232,413.05	232,413.05	232,413.05
Gastos de administración	481,201.27	481,396.27	481,595.17	481,798.04	482,004.98
GASTOS OPERATIVOS	487,701.27	488,026.27	488,358.17	488,697.04	489,041.98
TOTAL DE COSTOS CON IGV	4,417,262.66	4,947,423.77	5,105,090.29	5,267,319.78	5,434,232.54
TOTAL DE COSTOS SIN IGV	3,828,014.53	4,277,323.43	4,410,959.41	4,548,462.78	4,689,935.32

7.5. Estado de resultados

Para la elaboración de la tabla del estado de resultados, se toma en cuenta los datos estimados párrafos anteriores, tal es así que como inicio del estado de resultado se tiene el ingreso por las ventas, el cual es producto de la cantidad de producción (50,062 sacos de 40 kg.) por el precio de venta por saco el cual es de S/ 292.00, por lo que el ingreso para el primer año es de S/ 14,618,104.00 (el detalle de los ingresos por ventas se encuentra en el Anexo 6).

De igual manera se engloba los costos por ventas, que es la suma de los costos por producción, es decir los costos de materia prima, materiales directos e indirectos y mano de obra directa. También se toma en cuenta los gastos por ventas, gastos administrativos y los financieros, este último es el interés por el servicio de deuda.

En la Tabla 39, se presenta el estado de pérdidas y ganancias para el proyecto, donde se observa la obtención de utilidades que superan en gran manera los costos y gastos que asume el proyecto.

Tabla 39. Estado de resultados

Periodo	1	2	3	4	5
Ventas	14,618,104.00	14,850,244.00	15,082,092.00	15,314,232.00	15,546,372.00
Costos de venta	-3,341,800.55	- 3,790,814.20	- 3,924,148.62	- 4,061,344.06	-4,202,503.23
Utilidad bruta	11,276,303.45	11,059,429.80	11,157,943.38	11,252,887.94	11,343,868.77
Gastos de ventas	-6,500.00	-6,630.00	-6,763.00	-6,899.00	-7,037.00
Gastos administrativos	-479,713.98	-479,879.23	-480,047.79	-480,219.72	-480,395.09
Utilidad de operación	10,790,089.47	10,572,920.57	10,671,132.59	10,765,769.22	10,856,436.68
Gastos financieros	-288,580.35	-245,292.55	-195,758.75	-139,077.71	
UAI	10,501,509.13	10,327,628.02	10,475,373.84	10,626,691.51	10,856,436.68
Impuestos	-3,150,452.74	-3,098,288.40	-3,142,612.15	-3,188,007.45	-3,256,931.00
UTILIDAD NETA	7,351,056.39	7,229,339.61	7,332,761.69	7,438,684.06	7,599,505.68

7.6. Flujos del Proyecto

Para concretar el desarrollo de los flujos de caja, es necesario contar con el capital de trabajo del proyecto, por lo que en consideración de los datos de la Tabla 35, se procede a su cálculo.

Como se observa en la Tabla 40, es necesario para el año 0 contar de antemano con una suma de S/ 438,061.88, con el fin de garantizar las actividades productivas de la empresa.

Tabla 40. Capital de Trabajo

AÑOS	0	1	2	3	4	5
Efectivo	110,598.43	-	-	-	-	-
C x Cobrar		328,907.40	334,130.50	339,347.10	344,570.30	349,793.40
Inventario	327,463.45	371,616.46	384,727.68	398,218.56	412,099.21	412,099.21
Total activo	438,061.88	700,523.86	718,858.18	737,565.66	756,669.51	761,892.61
C x Pagar		218,308.97	247,744.31	256,485.12	265,479.04	274,732.81
Capital de trabajo	438,061.88	482,214.89	471,113.87	481,080.54	491,190.47	487,159.80
▲ CAPITAL DE TRABAJO	438,061.88	44,153.01	-11,101.02	9,966.67	10,109.93	-4,030.67

La Tabla 41 presenta los flujos de caja para el proyecto, donde se puede observar la necesidad de una fuerte inversión para el proyecto con una suma de S/ 15,527,667.88

de los cuales se descuenta por el financiamiento con la entidad bancaria de S/ 2,000,000.00. Pese a la gran inversión los flujos de los siguientes años son alentadores siendo para el primer año de S/ 7,980,918.57.

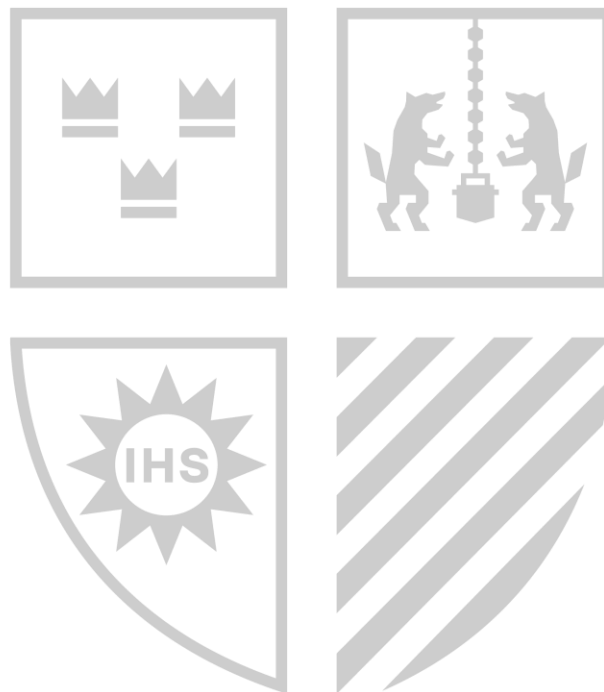


Tabla 41. Flujos de caja

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5
Ingresos por ventas		17,249,362.70	17,523,287.90	17,796,868.60	18,070,793.80	18,344,719.00
Costos de venta		-3,929,561.40	- 4,459,397.51	- 4,616,732.12	- 4,778,622.74	- 4,945,190.56
Utilidad bruta		13,319,801.30	13,063,890.39	13,180,136.48	13,292,171.06	13,399,528.44
Gastos de ventas		- 6,500.00	- 6,630.00	- 6,763.00	- 6,899.00	- 7,037.00
Gastos administrativos		-481,201.27	-481,396.27	-481,595.17	-481,798.04	-482,004.98
IGV a pagar		- 1,743,149.82	- 2,020,645.72	- 2,037,704.80	- 2,054,049.78	-
Utilidad de operación		11,088,950.22	10,555,218.40	10,654,073.51	10,749,424.24	12,910,486.46
Impuesto a la renta		- 3,150,452.74	- 3,098,288.40	- 3,142,612.15	- 3,188,007.45	- 3,256,931.00
Flujo de caja operativo		7,938,497.48	7,456,930.00	7,511,461.36	7,561,416.78	9,653,555.46
Inversión fija	- 15,089,606.00					
Capital de trabajo	-438,061.88	- 44,153.01	11,101.02	- 9,966.67	- 10,109.93	4,030.67
Flujo de caja de inversiones	- 15,527,667.88	-44,153.01	11,101.02	- 9,966.67	-10,109.93	4,030.67
FLUJO DE CAJA ECONOMICO	- 15,527,667.88	7,894,344.47	7,468,031.02	7,501,494.69	7,551,306.86	9,657,586.13
Principal	2,000,000.00					
Interés		-288,580.35	-245,292.55	-195,758.75	-139,077.71	
Amortización		-300,005.16	-343,292.95	-392,826.75	-449,507.79	
Flujo de caja de la deuda	2,000,000.00	- 588,585.50	- 588,585.50	- 588,585.50	- 588,585.50	
Ahorro de impuestos		86,574.10	73,587.77	58,727.63	41,723.31	
FLUJO DE CAJA FINANCIERO	- 13,527,667.88	7,392,333.07	6,953,033.28	6,971,636.81	7,004,444.67	9,657,586.13
FLUJO DE CAJA DE CAPITALES	- 15,527,667.88	7,980,918.57	7,541,618.78	7,560,222.32	7,593,030.17	9,657,586.13

7.7. Evaluación del Proyecto

El periodo de evaluación del proyecto es de cinco años, en base a los flujos de caja proyectados, se determina en base a la estructura de capital de la empresa, que es necesario realizar dos tipos de evaluaciones, una evaluación económica y una financiera.

Para ello, también se debe de contar con dos tasas de descuento para cada evaluación, su cálculo es detallado en el ANEXO 7.

Tabla 42. Datos de evaluación

Descripción	Evaluación Económica	Evaluación Financiera
Inversión inicial	-15,527,667.88	-13,527,667.88
Nº de periodos de evaluación (años)	5	5
Tasa de descuento	12.66%	WACC1= 10.83% WACC2= 10.83% WACC3=10.83% WACC4=10.84% WACC5= 10.86%

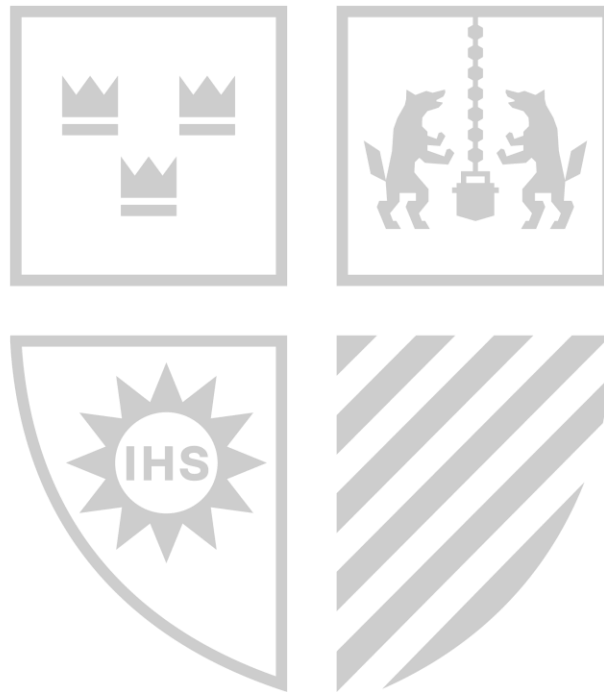
En base a los datos de la Tabla 42, se determinan los siguientes indicadores de evaluación para cada tipo.

Tabla 43. Indicadores de evaluación

Indicadores	Económico	Financiero
VAN	12,617,527.87	20,737,538.22
TIR	41.56%	46.16%
PR	2.50	2.09

Como se puede observar el proyecto es ampliamente rentable, con un VAN económico de S/ 12,617,527.87, el cual tiene una tasa de retorno de 41.56%, y un periodo de recuperación de dos años y medio.

Las razones de los datos obtenidos fueron impulsadas por el valor agregado que se le añade con el proceso productivo de los gránulos de PET reciclado, ya que la materia prima se adquiere con un valor S/ 1.5 el kilogramo, mientras que el precio de venta de los gránulos se establece de S/ 7.3 soles/ kilogramo, otorgando un amplio margen de ganancia.

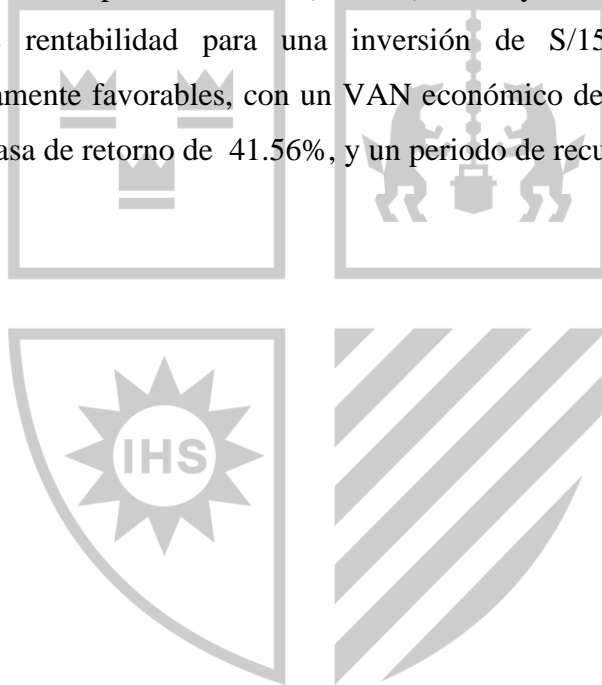


CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones del estudio en función de los capítulos desarrollados, resaltando los resultados hallados de mayor importancia.

- La aplicación de los gránulos de PET como agregado para materiales de construcción es poco conocido, se determinó que el 20% de los encuestados (gerentes de plantas productoras de ladrillo y asfalto) tiene referencia de la aplicación de este producto, por lo que se explica que el 50% de ellos están dispuestos a adquirir este material para la elaboración de sus productos. En base a ello se estimó la demanda de gránulos para el 2022, con 5.24 toneladas para la elaboración de ladrillos, y 2,028.83 toneladas para asfalto, en suma para el primer año de evaluación se tiene una demanda de 2,002.49 t de gránulos de PET reciclado.
- El tamaño de planta es determinado por la demanda proyectada, por consiguiente para el primer año de evaluación este será de 2,002.49 toneladas de gránulos de PET reciclado. El proceso productivo de la planta consta de 8 actividades operativas, para las cuales se requiere contar con 14 máquinas, y 6 operarios de producción. El área mínima de la planta es de 5322 m², estableciendo su ubicación en el distrito de Yura por su cercanía con los proveedores.
- La empresa se constituye como una Sociedad Anónima, denominada Plastic Soluciones S.A., tiene como principal valor la sustentabilidad ambiental. Está encabezado por la Junta General de Accionistas, quienes a su vez son representados por el gerente general, quien tiene bajo su liderazgo cuatro gerencias, la de Producción, Ventas, Administración y Finanzas y Logística.

- La ejecución del proyecto representa impactos negativos leves-mitigables, siendo los impactos positivos más representativos por el uso de material reciclable como materia prima, ello representa la reducción de residuos plásticos en plásticos en 10,330.30 toneladas, el ahorro energético será de 874.06 TEP (Toneladas Equivalentes de Petróleo), así como la reducción de Gases de Efecto de Invernadero en 1.30 Millones de Toneladas de Carbono Equivalente.
- La ejecución de la planta representa una gran rentabilidad, impulsado por el valor agregado que se le añade con el proceso productivo de los gránulos de PET reciclado, ya que el margen de ganancia entre el precio de adquisición de la materia prima (S/ 1.50) y el precio del producto final (S/ 7.30) es mayor. Ello se refleja en los indicadores de rentabilidad para una inversión de S/15,527,667.88, resulta indicadores altamente favorables, con un VAN económico de S/ 12,617,527.87, el cual tiene una tasa de retorno de 41.56%, y un periodo de recuperación de dos años y medio.



RECOMENDACIONES

Las recomendaciones del trabajo nacen a partir de deficiencias halladas a lo largo del estudio, las cuales se presentan a continuación.

- Es importante desarrollar un plan de tratamiento de las aguas producto de la actividad de lavado, considerando que este puede ser reutilizado nuevamente. Por lo que se recomienda realizar un estudio a mayor profundidad de la sedimentación de las aguas utilizadas.
- Impulsar el reconocimiento por parte del gobierno a las empresas que apuestan por una producción limpia y sostenible ante la adición de los gránulos de PET en su proceso productivo, otorgando una certificación e incentivos.
- Realizar estudios que incorporen la producción de ladrillos, asfalto u otro tipo de material de construcción en la misma línea del reciclaje de PET por medio de gránulos, con el fin de determinar la existencia de un mayor margen de ganancia.
- Se recomienda realizar estudios acerca de otros materiales como agregados en el sector de construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

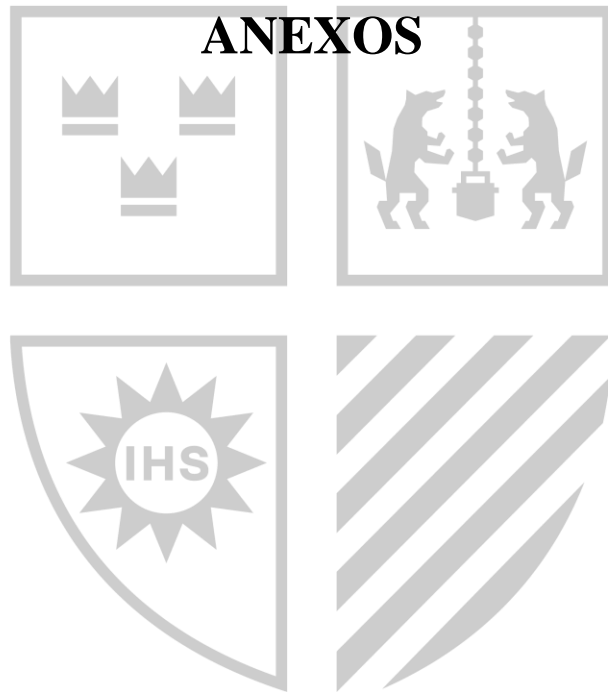
- Aguilar, P. (2017). *Proyecto de inversión para una planta de reciclado y producción de hojuelas de PET en la ciudad de Chiclayo, 2017*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Alesmar, L., Rendón, N., y Korody, M. E. (2008). Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (PET) - cemento. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 23(1), 76-86.
- Angumba, P. (2016). *Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET) para mampostería no portante*. Universidad de Cuenca.
- Bellido, S. (2018). *Estudio de factibilidad para la instalación de una planta productora y comercializadora de hilo poliéster a partir de polietilentereftato reciclado (RPET) en la ciudad de Lima*. Universidad Católica San Pablo.
- Botero, E., Muñoz, L., Ossa, A., y Romo, M. (Marzo de 2014). Comportamiento mecánico del Polietileno Tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotécnicas. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquía*(70), 207-219. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/430/43030033019.pdf>
- Buitrago, S., Onofre, N., y Sierra, E. (2017). *Viabilidad técnica de obtención de un diseño de mezcla asfáltica adicionada con 1.6% de fibra de PET, con porcentajes de asfalto entre el 4.5% y el 6% que cumple con la normatividad del INVIAS*. Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio. Recuperado de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/4410/1/2017_viabilidad_tecnica_obtencion.pdf
- Caballero, O., y Florez, O. (2016). *Elaboración de bloques de cemento reutilizando el plástico polietilen-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción*. Universidad de Cartagena.
- Cámara de la Industria de reciclados plásticos. (20 de Junio de 2012). *CAIRPLAS*. Recuperado de Documentos:

- <http://www.cairplas.org.ar/Presentacion%20general%20reciclado%20ARGENPLAS%20junio%202012%20WEB.pdf>
- Carcasci, G., Zambrano, M., y Sturzenegger, G. (15 de Abril de 2021). *Plásticos: la otra pandemia*. Recuperado de BID Banco Internacional de Desarrollo: <https://blogs.iadb.org/agua/es/plasticos-pandemia/>
- Castillo, K. (02 de Abril de 2021). *Uso desmedido de plástico y tecnopor en Arequipa por efectos del coronavirus*. Recuperado de Encuentro: <https://encuentro.pe/actualidad/uso-desmedido-de-plastico-y-tecnopor-en-arequipa-por-efectos-del-coronavirus/>
- Cisneros, M., y Sánchez, J. (2014). *Plan de Negocio para la planta recicladora de PET*. Universidad del Pacífico.
- Coronel, O., y Dueñas, J. (2020). *Evaluación de las propiedades de ladrillo de concreto con la sustitución parcial de la arena por plástico reciclado PET*. Universidad César Vallejo.
- Crespo, C. (05 de Junio de 2019). *Mil millones de objetos plásticos en el océano para 2020*. Recuperado de [National Geographic](https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/06/mil-millones-de-objetos-plasticos-en-el-océano-para-2020): <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2019/06/mil-millones-de-objetos-plasticos-en-el-océano-para-2020>
- Di Marco, R., y León, H. (2017). Ladrillis con Adición de PET. *5to Simposio Internacional de Investigación en Ciencias Económicas, Administrativas y Contables* (págs. 1-42). Bogotá: Universidad Libre de Colombia. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2017/5sim/39D.pdf>
- Echeverría, E. (2017). *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- ESAN. (26 de Abril de 2021). *Esan Business*. Recuperado de Noticias: <https://www.esan.edu.pe/sala-de-prensa/2021/04/peru-puede-tener-un-boom-en-la-construccion/>
- Greenpeace. (2021). *Datos sobre la producción de plásticos*. Recuperado de Greenpeace Internacional: <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>
- INEI. (2020). *Demografía empresarial en el Perú*. Recuperado de Instituto Nacional de Estadística e Informática: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin-demografia_empresarial.pdf

- Infante, J., y Valderrama, C. (2019). Análisis Técnico, Económico y Medioambiental de la Fabricación de Bloques de Hormigón con Polietileno Tereftalato Reciclado (PET). *Revista Información Tecnológica*, 30(5), 25-36. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500025>
- Jiménez, V., Puerto, M., y Chan, M. (2018). Proyecto de inversión para la instalación de una planta recicladora de envases PET en el municipio de Tekax, Yucatán, México. *Revista Global de Negocios*, 6(2), 51-61.
- Jiménez, W., y Calderón, J. (2019). *Estudio de factibilidad técnico-económico para la producción de fibras para reforzamiento de concreto a base de PET reciclado en la empresa Logística VTA Ingenieros S.A.S., en la ciudad de Bogotá*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- La República. (14 de Setiembre de 2020). *La República*. Recuperado de Reinician recojo de residuos reciclados en el Cercado de Arequipa: <https://larepublica.pe/sociedad/2020/09/14/reinician-recojo-de-residuos-reciclados-en-el-cercado-de-arequipa-lrsd/>
- Mansilla, L., y Ruiz, M. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. *Ingeniería Industrial*(27), 123-137. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428493008.pdf>
- Mayta, I., Buleje, K., Silva, W., y Bacalla, W. (2020). *Estudio de pre-factibilidad para la elaboración y comercialización de monturas de lentes a base de plástico PET reciclado*. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Meneses, D. (2021). *Estudio de factibilidad para la fabricación de ladrillos para jardines decorativos "Life Home" a base de plástico reciclado PET, en conjuntos residenciales de interés social, en la localidad de "Usme" en la ciudad de Bogotá*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Mercados y Regiones. (6 de Junio de 2018). *Mercados y Regiones*. Recuperado de Noticias: <https://mercadosyregiones.com/2018/06/06/arequipa-se-usan-hasta-tres-toneladas-de-plastico-la-semana/>
- MINAM. (2017). *Menos plástico, más vida: Cifras del mundo y el Perú*. Recuperado de Ministerio del Ambiente: <https://www.minam.gob.pe/menos-plastico-mas-vida/cifras-del-mundo-y-el-peru/>
- MINAM. (17 de Mayo de 2018). *En el Perú se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables*. Recuperado de Ministerio del Ambiente:

- <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>
- Municipalidad Provincial de Arequipa. (2017). *Plan de Gestión Ambiental de residuos sólidos (PIGARS)*. Arequipa: Municipalidad Provincial de Arequipa.
- ONU. (30 de Marzo de 2021). *El uso exagerado del plástico durante la pandemia de COVID-19 afecta a los más vulnerables*. Recuperado de Organización Naciones Unidas: <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490302>
- Oviedo, T., y Cuozzo, J. (2014). *Estudio de Factibilidad para Planta de Reciclado de Residuos de Plástico PET*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Piñeros, M., y Herrera, R. (2018). *Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda*. Universidad Católica de Colombia.
- Reyna, C., y Silva, J. (2016). *Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Ruggeri, P. (28 de Enero de 2013). *¿Qué es el PET y cómo se recicla?* Recuperado de Espacio Sustentable: <https://espaciosustentable.com/que-es-el-pet-y-como-se-recicla/>
- Sánchez, C., Peña, J., y Rico, L. (2018). Identificación de los usos actuales del tereftalato de polietileno (PET) reciclado en la Ingeniería Civil. (Tesis). Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio. Recuperado de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/4232/1/2018_identificacion_usos_actuales.pdf
- Suárez, L. (2018). *Plan de Negocio para determinar la viabilidad financiera y operativa de una fundación dedicada a la recuperación de plástico PET a través de una planta de reciclaje ubicada en la Batea, Dosquebradas, Risaralda, en el último trimestre del 2018*. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Valderrama, M., Chavarro, L., Osorio, J., y Peña, C. (2018). Estudio dinámico del reciclaje de envases pet en el Valle del Cauca. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(1), 67-74. doi:10.22507/rli.v15n1a6

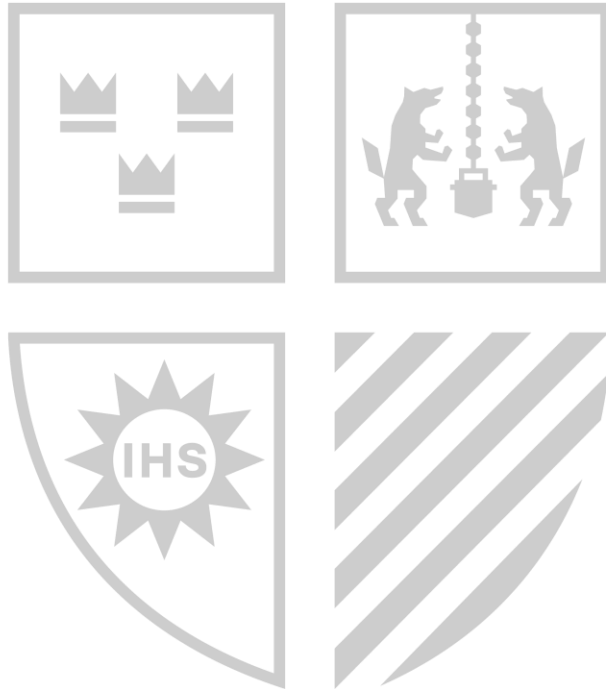
ANEXOS



ANEXO 1. ENCUESTA

Encuesta aplicada a gerentes o directivos de las empresas	
Empresa: Cargo:	
Marcar con una x en el recuadro que considere oportuno.	
1. ¿Ha oído sobre el PET reciclado?	
Si	
No	
PET es el Tereftalato de polietileno, es un tipo de plástico que se utiliza para la elaboración de diferentes productos, como botellas de agua, envases de cosméticos, etc.	
2. ¿Actualmente usted compra PET como insumo para la elaboración de ladrillos/asfalto?	
Si	
No	
3. ¿Sabía usted que el gránulo de PET reciclado puede utilizarse como agregado para la elaboración de material de construcción? (Ladrillos y asfalto)	
Si	
No	
Estudios científicos han demostrado que agregando hasta el 30% de PET a la mezcla de diferentes materiales de construcción, estos pueden conservar sus propiedades	
4. ¿Conoce los beneficios de suplantar al menos el 15% del material que conforma un ladrillo/mezcla de asfalto por PET reciclado?	
Si	
No	
El PET reciclado, cuesta menos que cualquier material que se incluye en la mezcla de ladrillo o asfalto, la resistencia y elasticidad se mantienen en el producto final, además se está ayudando a combatir con el principal agente contaminante de los últimos años, el plástico	
5. ¿Estaría interesado en incluir PET reciclado a su proceso de planta para la elaboración de ladrillos/asfalto?	
Si	
No	Concluye el cuestionario, gracias
6. ¿Cuánto produce la planta al año?	

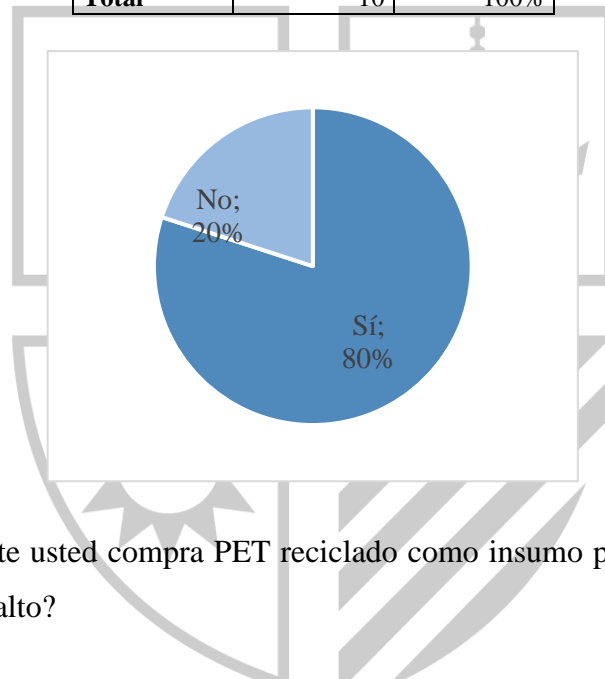
7. En una escala del 1 al 5, cuáles son las características que considera debe tener el gránulo de PET	
	Trabajabilidad
	Resistencia
	No alterar la composición del producto final
	Buen precio



ANEXO 2. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

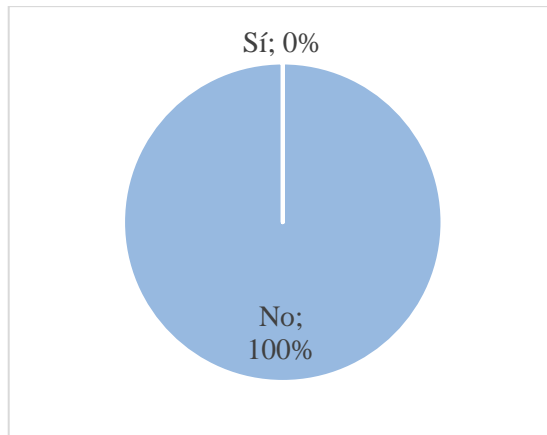
1. ¿Ha oído sobre el PET reciclado?

	N	%
Sí	8	80%
No	2	20%
Total	10	100%

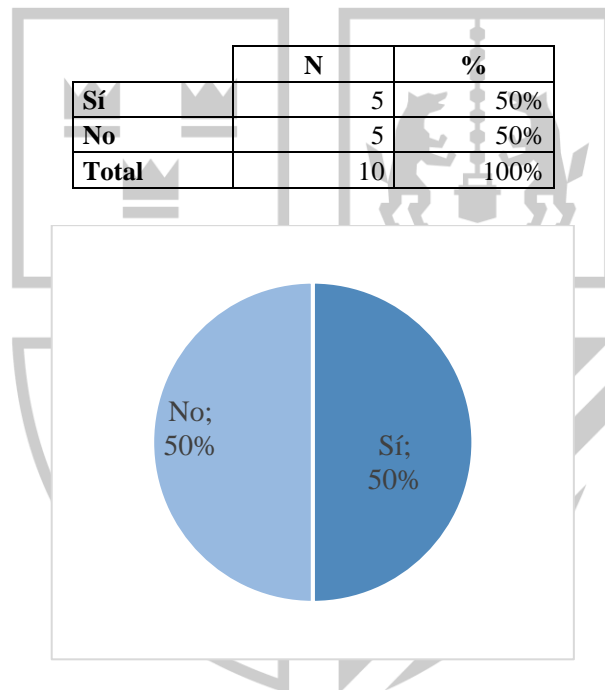


2. ¿Actualmente usted compra PET reciclado como insumo para la elaboración de ladrillos/asfalto?

	N	%
Sí	0	0%
No	10	100%
Total	10	100%

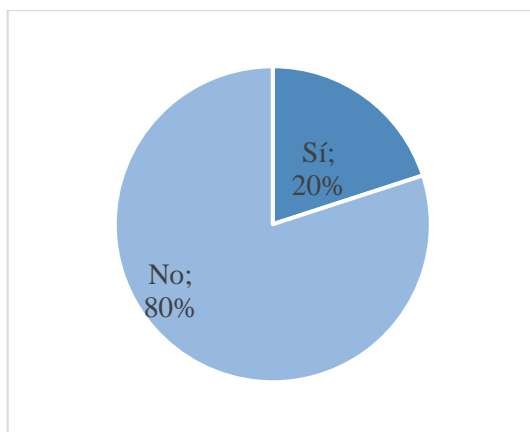


3. ¿Sabía usted que el gránulo de PET reciclado puede utilizarse como agregado para la elaboración de material de construcción (ladrillos y asfalto)?

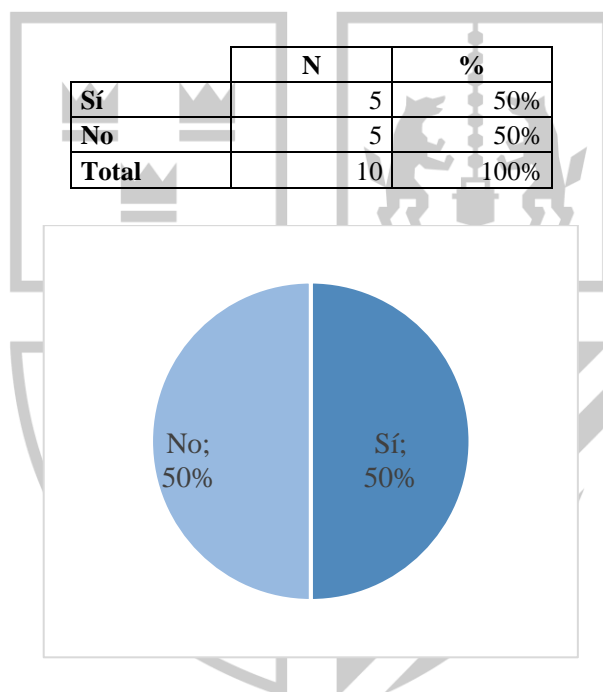


4. ¿Conoce los beneficios de suplantar al menos el 15% del material que conforma un ladrillo o mezcla de asfalto por PET reciclado?

	N	%
Sí	2	20%
No	8	80%
Total	10	100%



5. ¿Estaría interesado en incluir PET reciclado a su proceso de planta para la elaboración de ladrillo/asfalto?



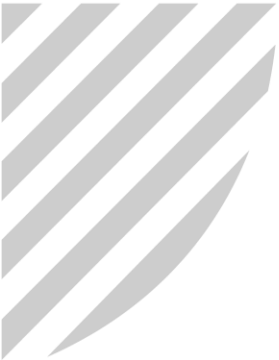
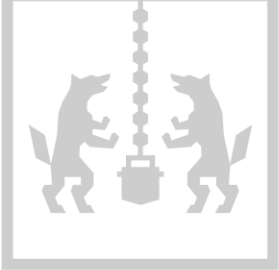
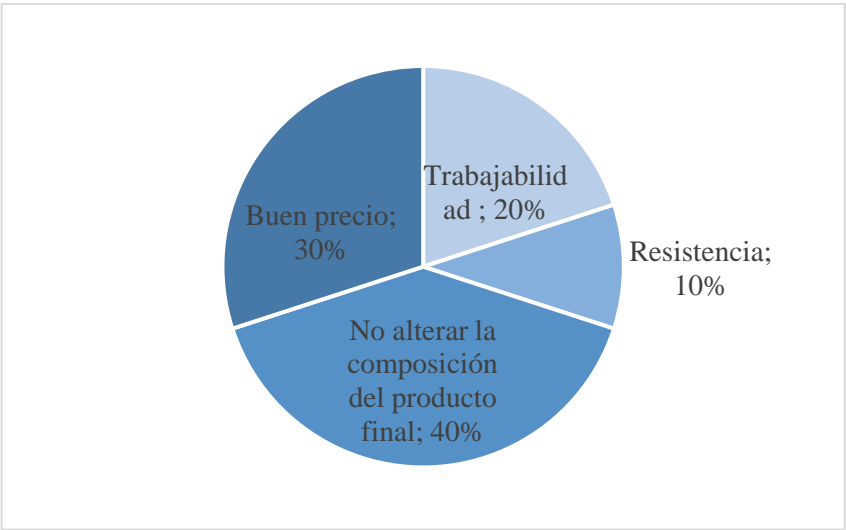
6. ¿Cuánto produce la planta al año? (productores de ladrillo)

L1: 7,679 millares de ladrillo

L2: 1,280 millares de ladrillo

7. En una escala del 1 al 5, cuáles son las características que considera debe tener el gránulo de PET

	N	%
Trabajabilidad	2	20%
Resistencia	1	10%
No alterar la composición del producto final	4	40%
Buen precio	3	30%
Total	10	100%



ANEXO 3. DESAGREGADO DE INVERSIÓN

Máquina	Cantidad	Precio \$	Total (\$)
Removedor de etiqueta	2.00	3,500.00	7,000.00
Trituradora de plástico	2.00	5,000.00	10,000.00
Lavadora	2.00	15,000.00	30,000.00
Secadora	4.00	4,000.00	16,000.00
Granceadora	3.00	30,000.00	90,000.00
Empaquetadora	1.00	5,000.00	5,000.00
Faja transportadora	24.00	500.00	12,000.00
Báscula	1.00	1,300.00	1,300.00
Carreta	9.00	20.00	180.00
Total			171,480.00
Total (S/) con IGV			703,068.00
Total (S/) sin IGV			595,820.34

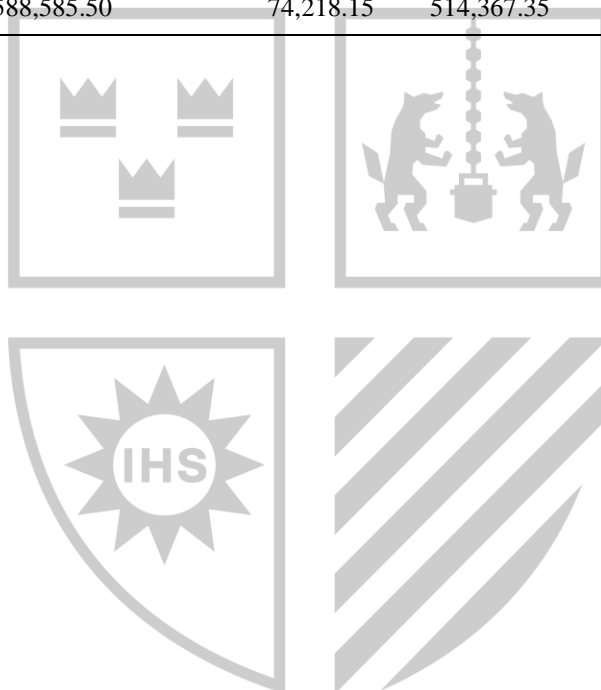
Descripción	Cantidad	Precio	Total (S/)
Escritorios	7.00	499.00	3,493.00
Sillas	17.00	120.00	2,040.00
Mesa de reunión	1.00	1,450.00	1,450.00
Estantes	3.00	420.00	1,260.00
Total con IGV			8,243.00
Total (S/) sin IGV			6,985.59

Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal (S/)
Computadora	7.00	1,900.00	13,300.00
Impresora	2.00	1,560.00	3,120.00
Pizarra acrílica	1.00	39.00	39.00
Total (S) con IGV			16,459.00
Total (S) sin IGV			13,948.31

Descripción	Cantidad	Precio (\$)	Total (S) con IGV	Total (S) sin IGV
Vehículo	4.00	29,990.00	491,836.00	416,810.17

ANEXO 4. CRONOGRAMA DE PAGOS Y AMORTIZACIÓN

Periodo	Pago	Intereses	Amortización	Deuda pendiente
0				2,000,000.00
1	588,585.50	288,580.35	300,005.16	1,699,994.84
2	588,585.50	245,292.55	343,292.95	1,356,701.89
3	588,585.50	195,758.75	392,826.75	963,875.14
4	588,585.50	139,077.71	449,507.79	514,367.35
5	588,585.50	74,218.15	514,367.35	0.00



ANEXO 5. DETALLE DE COSTOS Y GASTOS

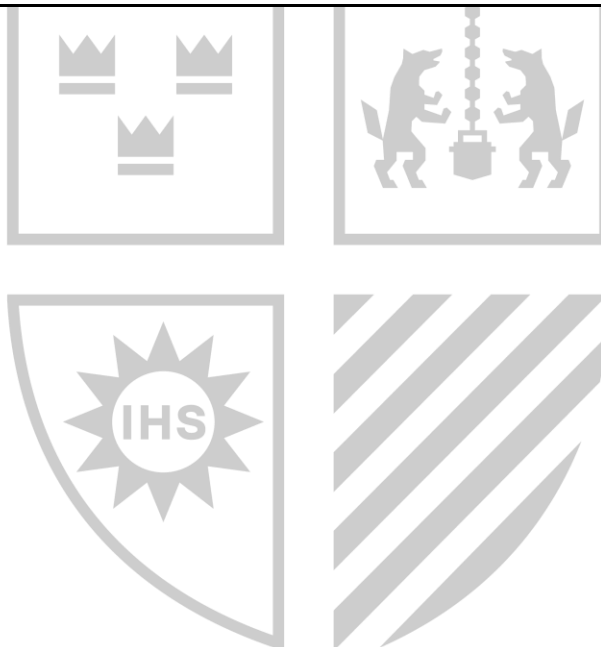
Año	0	1	2	3	4	5
Botellas de plástico recicladas (tn)		2563.191878	2603.864437	2644.546681	2685.238979	2725.941714
Costo (tn)		1500	1680	1713.6	1747.872	1782.82944
Costo de materia prima (S. /kg.)		3844787.9	4374492.3	4531695.2	4693454.1	4859889.2
% Variación de costo de materia prima		0.15	0.12	0.02	0.02	0.02

	Unidades	Remuneraciones			Remuneración computable	Seguro social	CTS	Total
		Mensual	Anual	Gratific.				
Operarios	7	1,650.00	19,800.00	1,650.00	21,450.00	1,930.50	1,117.19	24,497.70
Jefe de Producción	1	3,500.00	42,000.00	3,500.00	45,500.00	4,095.00	2,369.79	51,964.80
Mano de obra directa								
Seguridad	1	2,200.00	26,400.00	2,200.00	28,600.00	2,574.00	1,489.58	32,663.60
Mano de obra indirecta								
Finanzas/Logística	2	3,600.00	43,200.00	3,600.00	46,800.00	4,212.00	2,437.50	53,449.50
Gerente general	1	5,200.00	62,400.00	5,200.00	67,600.00	6,084.00	3,520.83	77,204.90
Administración	1	2,500.00	30,000.00	2,500.00	32,500.00	2,925.00	1,692.71	37,117.80
Área de ventas	1	2,600.00	31,200.00	2,600.00	33,800.00	3,042.00	1,760.42	38,602.42

AÑOS	Depreciación	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Maquinaria y equipos	0.10	70,306.80	70,306.80	70,306.80	70,306.80	70,306.80
Muebles y enseres	0.10	824.30	824.30	824.30	824.30	824.30
Equipos de Oficina y comunicación	0.05	822.95	822.95	822.95	822.95	822.95
Vehículo	0.25	122,959.00	122,959.00	122,959.00	122,959.00	122,959.00
Construcciones	0.05	37,500.00	37,500.00	37,500.00	37,500.00	37,500.00
TOTAL		232,413.05	232,413.05	232,413.05	232,413.05	232,413.05

ANEXO 6. INGRESO POR VENTAS

Periodo	1	2	3	4	5
Cantidad (sacos)	50,062.00	50,857.00	51,651.00	52,446.00	53,241.00
Precio (S/)	292.00	292.00	292.00	292.00	292.00
Ingreso total sin IGV (S/)	14,618,104.00	14,850,244.00	15,082,092.00	15,314,232.00	15,546,372.00
Ingreso total con IGV (S/)	17,249,362.70	17,523,287.90	17,796,868.60	18,070,793.80	18,344,719.00
IGV por ingresos (S/)	2,631,258.70	2,673,043.90	2,714,776.60	2,756,561.80	2,798,347.00



ANEXO 7. TASA DE DESCUENTO EVALUACIÓN FINANCIERA

	Tasa de descuento	Fuente
RF	0.0521	Damodaran (TBONDS) 1928 2020
RM	0.1164	Damodaran (S&P 500)
Bu	0.9100	Damodaran (Building Materials) Global
Rp	0.0160	Damodaran
Ku	0.1266	CAPM (desapalancado) = RF + Bu * (RM - RF) + RP

$WACC = \left(\frac{D_{t-1}}{D_{t-1} + E_{t-1}} \right) Kd_t (1 - T) + \left(\frac{E_{t-1}}{D_{t-1} + E_{t-1}} \right) Ke_t$						
Periodo	0	1	2	3	4	5
Deuda (Principal)	2,000,000.00	1,699,994.84	1,356,701.89	963,875.14	514,367.35	0.00
Capital (S/)	26,333,028.67	22,250,051.32	18,093,128.01	13,395,528.56	8,075,204.94	
Valor Total	28,333,028.67	23,950,046.16	19,449,829.91	14,359,403.70	8,589,572.29	
Proporción deuda/total	7%	7%	7%	7%	6%	
Proporción capital/total	93%	93%	93%	93%	94%	
Tasa de interés servicio de la deuda	30.94%	30.94%	30.94%	30.94%	30.94%	30.94%
Tasa de interés deuda antes de impuestos		21.66%	21.66%	21.66%	21.66%	21.66%
Beta (sin deuda)		4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Beta (con deuda)		0.75	0.74	0.75	0.75	0.77
Tasa de descuento de capital		10.00%	10.00%	10.02%	10.06%	10.17%
WACC		10.83%	10.83%	10.83%	10.84%	10.86%