



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIA TECNOLOGÍA Y MEDIO
AMBIENTE



TESIS

**IMPACTO DE LA INTENSIDAD DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS SOBRE EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LOS COSTOS DE
RECOLECCIÓN**

PRESENTADA POR:

CRISÓLOGO CONZA ANCAYPURO

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

PUNO, PERÚ

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO

AMBIENTE

TESIS

IMPACTO DE LA INTENSIDAD DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS SOBRE EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LOS COSTOS DE RECOLECCIÓN

PRESENTADA POR:
CRISÓLOGO CONZA ANCAYPURO

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
DOCTOR EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE


.....
Ph.D. SABINO ATENCIO LIMACHI

PRIMER MIEMBRO


.....
Dra. SOFIA LOURDES BENAVENTE FERNANDEZ

SEGUNDO MIEMBRO


.....
Dr. TEÓFILO DONAIRES FLORES

ASESOR DE TESIS


.....
Dr. EDGARDO PINEDA QUISPE

Puno, 19 de setiembre de 2022.

ÁREA: Ciencias de la Ingeniería
TEMA: Medio ambiental
LÍNEA: Recursos naturales y medio ambiente



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano y su plana de docentes del Programa de Doctorado, por su trascendental apoyo al conocimiento, noble potestad humana para la superación constante de la sociedad.

A la gestión de la Municipalidad del Distrito de Huaro, que apuesta por la modernidad y cambios en el aspecto medio ambiental, los que definitivamente repercutirán en la calidad de vida de sus pobladores.

A mis hijos Elvis, Nadia, Mary, Joel y Juan, por darme el escenario propicio con sus actitudes alentadoras de ayuda e identificación plena que hicieron posible el desarrollo del presente trabajo. A mi esposa Elena.



DEDICATORIA

A mi padre Juan de Dios que siempre valoró el conocimiento y que sirvió de inspiración alentadora para permitirme dar este memorable paso. A mi madre Práxides, fuente de amor increíble, siempre presente en mí como como aliciente de vida.



ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco Teórico	3
1.1.1 Residuos sólidos	3
1.1.2 Clasificación de los residuos sólidos	3
1.1.3 Generación de residuos sólidos	3
1.1.4 Caracterización de residuos sólidos	4
1.1.5 Manejo de residuos sólidos	4
1.1.6 Segregación de residuos sólidos en la fuente	5
1.1.7 Impacto Ambiental	5
1.1.8 Impacto de la segregación de residuos sólidos en el consumo de combustible y en los costos de recolección de residuos sólidos	5
1.1.9 Costos	6
1.1.10 Índices de consumo de combustible de los vehículos de transporte	6
1.1.11 Recolección de residuos sólidos empleando herramientas SIG	6
1.1.12 Gestión de residuos sólidos urbanos	7
1.1.13 Tendencias de investigación sobre residuos sólidos municipales	7
1.1.14 Logística inversa	8
1.1.15 Compostaje proveniente de residuos sólidos municipales	8
1.1.16 Factores de optimización en el manejo de residuos sólidos municipales	8
1.1.17 Materiales reciclables en residuos sólidos municipales	9
1.1.18 Los residuos sólidos urbanos y su relación con la salud	9
1.1.19 Programas de segregación en la fuente	9
1.1.20 Marco normativo	10



1.2	Antecedentes	10
-----	--------------	----

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación y definición del problema	19
2.2	Enunciados del problema	19
2.2.1	Problema principal	19
2.2.2	Problemas específicos	19
2.3	Hipótesis	20
2.3.1	Hipótesis general	20
2.3.2	Hipótesis específicas	20
2.4	Objetivos	20
2.4.1	Objetivo general	20
2.4.2	Objetivos específicos	20
2.5	Variables	21
2.6	Justificación	22
2.7	Enfoque, alcance y nivel del presente estudio	22

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio	23
3.1.1	Características ambientales, socioeconómicas y culturales	24
3.2	Población	26
3.2.1	Población de estudio o universo de la investigación	26
3.3	Muestra	27
3.3.1	Determinación del tamaño y distribución de la muestra de viviendas	27
3.3.2	Determinación del tamaño de muestra de establecimientos	28
3.4	Métodos	30
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	30
3.5.1	Descripción de variables analizadas en los objetivos específicos	30
3.5.2	Descripción del uso de materiales, equipos, instrumentos e insumos	32
3.6	Descripción de parámetros	33
3.6.1	Caracterización de residuos sólidos	33
3.6.1.1	Generación de residuos sólidos	33
3.6.1.2	Densidad y compactación de Residuos Sólidos	34



3.6.1.3	Humedad y cantidad de materia orgánica en residuos sólidos	34
3.6.1.4	Composición física de los residuos sólidos municipales	35
3.6.2	Manejo de residuos sólidos	35
3.6.2.1	Almacenamiento de residuos sólidos	36
3.6.2.2	Recolección y Transporte de Residuos Sólidos	37
3.6.2.3	Reaprovechamiento de Residuos Sólidos	38
3.6.2.4	Disposición final de RRSS	40
3.6.3	Segregación de residuos sólidos en la fuente	40
3.6.4	Rutas y frecuencias de recolección	41
3.6.5	Frecuencia por ruta de recolección y transporte de residuos sólidos	41
3.6.6	Residuos sólidos transportados por día y por ruta de recogida	43
3.6.7	Tramos de rutas de recojo de residuos sólidos	43
3.6.8	Distancias por tramos y rutas de recolección y transporte	44
3.6.9	Distancias totales por rutas de recolección y transporte	44
3.6.10	Tiempos de recolección por ruta	45
3.6.11	Tiempos totales por ruta de recolección	45
3.6.12	Distancias, tiempos y velocidades por rutas de recolección	45
3.6.13	Capacidad de transporte del camión compactador	46
3.6.14	Factor de utilización de vehículo recolector de residuos	48
3.6.15	Índices operacionales de vehículo recolector de residuos	49
3.6.16	Consumo de combustible	51
3.6.17	Costo anual de combustible	56
3.6.18	Presupuesto asignado	57
3.6.19	Análisis de costos	58
3.6.19.1	Resumen de análisis de costos	60
3.6.20	Aplicación de la prueba estadística inferencial	60
3.6.20.1	Prueba estadística inferencial	62

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

1. Variables e indicadores	21
2. Zonificación de la provincia de Quispicanchi	25
3. Población de la provincia de Quispicanchi y del distrito de Huaró	26
4. Población del área de influencia	26
5. Intensidad de segregación en la fuente, consumo de combustible y costos de recolección	32
6. Generación total de residuos sólidos municipales	33
7. Densidad y compactación de residuos sólidos	34
8. Humedad y cantidad de material orgánica en residuos sólidos	34
9. Composición física de residuos sólidos municipales	35
10. Recuperación de residuos inorgánicos	39
11. Rutas y frecuencias de recolección	41
12. Frecuencia por ruta de recolección y transporte de residuos sólidos	42
13. Ciclos por ruta de recolección y transporte de residuos sólidos	42
14. Residuos sólidos transportados por día y por rutas de recogida	43
15. Distancias por tramos y rutas de recolección y transporte	44
16. Distancias totales por rutas de recolección	44
17. Tiempos de recolección por Ruta	45
18. Tiempos totales por ruta de recolección	45
19. Distancias totales, tiempos totales y velocidades medias por ruta	45
20. Resumen de índices operacionales de vehículo recolector de residuos	50
21. Horas por año en función a los ciclos por año y a los tiempos de recolección, circulación y de interferencias	51
22. Horas por año en función a los tiempos de recolección, circulación y de interferencias	52
23. Consumo de combustible en contenido masa (kg) y volumen (galones)	53
24. Consumo total de combustible para un año para camión sin accionamiento del sistema compactador	54
25. Consumo total de combustible para un año (gal/año) en función a tiempos de circulación, recolección e interferencias por ruta	56
26. Costo anual por consumo de combustible	57
27. Presupuesto anual – Gestión de residuos sólidos	58
28. Análisis de costos para residuos compactados en razón 1:2	58



29. Resumen de análisis de costos	60
30. Intensidad de segregación-consumo de combustible-costos de recolección	61
31. Tabla estadística inferencial	62
32. Incremento del consumo de combustible y de los costos de recolección por aumento del factor de compactación	65
33. Intensidad de segregación, consumo de combustible y costos de recolección - Huaro	68
34. Incrementos de consumo de combustible y de recolección y transporte de residuos por aumento de Intensidad de segregación en la fuente	69



ÍNDICE DE FIGURAS

1. Lugar de estudio	23
2. Índice de progreso social	24
3. Índice de Progreso Social de la Zona 04 donde se ubica el distrito de Huaró	25
4. Esquema de manejo de residuos sólidos municipales-Distrito de Huaró	36
5. Tramos de rutas de recojo de residuos sólidos	43
6. Prueba Estadística Inferencial	64
7. Impacto de la intensidad de segregación en la fuente según artículo indexado de referencia	69



ÍNDICE DE ANEXOS

1. Datos relacionados a la fórmula estadística poblacional	80
2. Densidad de residuos sólidos	81
3. Composición de residuos sólidos municipales	82
4. Humedad y cantidad de materia orgánica	83
5. Encuesta a nivel de viviendas sobre recolección de residuos sólidos	84
6. Encuesta de establecimientos sobre recolección de residuos sólidos	85
7. Imágenes relacionadas al estudio	86
8. Segregación de residuos sólidos domiciliarios	87
9. Segregación de residuos sólidos en establecimientos	88
10. Ruta 01: Huaro – Virgen Purificada – Botadero.	89
11. Ruta 02: Pucuto – Huaro – Virgen Purificada – botadero.	90
12. Ruta 03: Urpay – Chucchi – Botadero.	91
13. Combustible en masa y convertidor en línea de kg a litros de diesel	92
14. Referencias sobre consumo y costos de combustible	93
15. Análisis de costos para residuos no compactados	94
16. Análisis de costos para residuos compactados en razón 1:3	96
17. Análisis de costos para residuos compactados en razón 1:5	98
18. Flujograma de acciones en la investigación	100

RESUMEN

Se presume que intensificar la segregación de residuos sólidos municipales en la fuente sólo trae beneficios, ¿será así? Para una realidad urbano rural tal como representa el distrito de Huaro, donde este asunto es poco tratado ¿será posible? En este contexto, se plantea como objetivo general, determinar en qué medida el consumo de combustible y los costes de recolección son impactados por la intensidad de segregación referida. Se asumió como soporte metodológico para el desarrollo de la ejecución del presente trabajo un artículo indexado que evalúa un modelo de simulación y una metodología dirigida a calcular el consumo de combustible y los costos de recolección como variables dependientes, en razón a la intensidad de segregación de residuos como variable independiente. Se tomó como muestras 60 de 787 viviendas y 42 de 113 establecimientos, en una población urbano rural de 3196 habitantes. Como información primaria se tuvo la proporcionada por la Municipalidad del Distrito de Huaro. Mediante cálculos que incluyen inferencias estadísticas en el entorno Excel, para intensidades de segregación en la fuente del 22.25, 27.65, 35.75, 43.85 y 49.25 expresados en %, se dedujo, consumos de combustible de 1731.33, 1791.41, 1878.93, 1966.46 y 2024.81 expresados en gal/año y costos por recolección de 125,546.77, 139,577.98, 160,637.22, 181,696.46, 195,735.95 expresados en Soles/año; cifras resultantes indicadores de que, ante el incremento de las intensidades de segregación en la fuente, el consumo de combustible y los costos de recolección se incrementan significativamente. Estos resultados, sugieren como conclusiones términos de no factibilidad en una realidad tal como se presenta en la zona de estudio, aspecto particular que permite conjeturar que no todo emprendimiento relacionado a proyectos de intensificar la segregación de residuos sólidos municipales en la fuente, necesariamente será factible de su ejecución.

Palabras clave: Impacto, intensidad, Segregación, Residuos sólidos, costos, Combustible, Recolección.

ABSTRACT

It is presumed that intensifying the segregation of municipal solid waste at the source will only bring benefits, but will it be so? For an urban-rural reality such as the Huaru district, where this issue is little addressed, is it possible? In this context, the general objective is to determine to what extent fuel consumption and collection costs are impacted by the intensity of segregation. An indexed article that evaluates a simulation model and a methodology aimed at calculating fuel consumption and collection costs as dependent variables, in relation to the intensity of waste segregation as an independent variable, was used as methodological support for the development of this work. Sixty out of 787 households and 42 out of 113 establishments were sampled, in an urban-rural population of 3196 inhabitants; primary information was provided by the Huaru District Municipality. Through calculations that include statistical inferences in the Excel environment, for source segregation intensities of 22.25, 27.65, 35.75, 43.85 and 49.25 expressed in %, it was deduced, fuel consumption of 1731.33, 1791.41, 1878.93, 1966.46 and 2024.81 expressed in gal/year and collection costs of 125,546.77, 139,577.98, 160,637.22, 181,696.46, 195,735.95 expressed in soles/year; resulting figures indicate that, with increasing intensities of source segregation, fuel consumption and collection costs increase significantly. These results suggest as conclusions terms of non-feasibility in a reality such as it is presented in the study area, a particular aspect that allows us to conjecture that not every undertaking related to projects to intensify the segregation of municipal solid waste at the source will necessarily be feasible to implement.

Keywords: Collection, Costs, Fuel, Impact, Intensity, Segregation, Solid waste.

INTRODUCCIÓN

La segregación en la fuente, un asunto poco tratado para una realidad urbano rural como representa el distrito de Huaró, ¿será posible? De primera mano se presume que segregar sólo traería beneficios, ¿será así?, ¿de qué depende?, ¿qué variables deberían tomarse en cuenta?, ¿qué del consumo de combustible?, ¿qué de los costos que implican dicha actividad? ¿en qué medida impactarán?, preguntas que, si bien son casi espontáneas, sirven para identificar y plantear el problema. “El mayor consumo de combustible afecta los costes de recogida. La intensidad de segregación de residuos sólidos puede afectar significativamente los costos de recolección y el consumo de combustible” (Di María y Micale, 2013). La importancia de determinar en qué medida esta afectación significativa permite o no intensificar la segregación de los residuos sólidos municipales en la fuente, sustenta esta investigación.

En este contexto, se asumió como propósito de investigación, proporcionar los instrumentos necesarios para que la indagación, a través de información medible, genere resultados sólidos y útiles que esclarezcan el impacto de la intensidad de segregación de los residuos sólidos en la fuente sobre el consumo de combustible y los costos de recolección, con la finalidad de decidir la factibilidad de su ejecución.

El presente trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo, de tipo correlacional a explicativo y nivel de investigación aplicada. “En el enfoque cuantitativo aplica la lógica deductiva, de lo general a lo particular, de las leyes y teoría a los datos” (Hernández et al., 2006). El conjunto de procedimientos para llegar a los objetivos propuestos utilizó el método de la lógica deductiva a partir de afirmaciones de carácter general a hechos particulares, teniendo como estrategia de razonamiento la deducción de conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios. Se emplea una investigación minuciosa y sistemática para llegar a la ciencia. Esta sistematización se logra por medio de la metodología. Adquirir conocimiento científico significa una forma de organizar y sistematizar hechos para dar una respuesta particular a una pregunta en particular. Las metodologías intervienen como la estructura lógica del campo, y los métodos intervienen como varias rutas para su realización. (Baena, 2017).

Finalmente, este trabajo de tesis consta de cuatro capítulos. En el capítulo I se hace referencia a la revisión de la literatura, al marco teórico y antecedentes. En el capítulo II



se hace el planteamiento del problema, contemplando los objetivos perseguidos e infiriendo las hipótesis. En el capítulo III se hace referencia a los materiales y métodos de la investigación, dentro de estos a la población basado en datos del INEI, de la cual se deducen los tamaños de muestras de la población y viviendas a través de análisis estadísticos. La metodología tomó como referencia un artículo indexado en función a la realidad de la zona de estudio, para lo cual se perfeccionaron métodos en base al análisis de los diferentes parámetros que concierne al presente estudio, acciones que permitieron encaminar las averiguaciones del caso hacia la consecución de los objetivos planteados. En el capítulo IV se sustenta el planteamiento del problema que motivó el presente estudio. En seguida se desarrolla el proceso que contempla las operaciones y actividades tendientes a la recolección y traslado de los residuos sólidos, tomando en cuenta la segregación en la fuente, para finalmente emitir los resultados y ponerlos en discusión, acciones que conllevaron a la obtención de las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco Teórico

1.1.1 Residuos sólidos

Relacionando al contexto del presente trabajo, los residuos sólidos constituyen subproductos de la actividad humana compuestos por materiales descartados e indeseados, generados por la actividad humana en las viviendas, establecimientos, instituciones y en las vías, lugares y espacios públicos de alcance municipal (Leiton y Revelo, 2017), (Sáez y Urdaneta, 2014), (García et al., 2016).

1.1.2 Clasificación de los residuos sólidos

Dependiendo de la fuente de los residuos sólidos, se clasifican como residuos domésticos o residuos municipales, residuos industriales y residuos hospitalarios. En el presente trabajo de investigación esta clasificación solamente abordará lo correspondiente a los residuos sólidos municipales como: domiciliarios, lo correspondiente a las viviendas; no domiciliarios, lo correspondiente a establecimientos, instituciones y al recolectado por los barredores en las vías, lugares y espacios públicos. En otras zonas se suele clasificar como residuos biodegradables, referidos a los residuos orgánicos de viviendas y residuos no biodegradables, referidos a los residuos inorgánicos inertes (Segura et al., 2020) (MINAM, 2015), (Soni y Argade, 2015).

1.1.3 Generación de residuos sólidos

La gestión de residuos sólidos comienza con la producción y acumulación temporal de estos, aspectos determinantes para planificar y diseñar sistemas de recolección y

disposición. La cantidad producida depende, entre otras cosas, del nivel de vida, del consumo y crecimiento de la población, de los niveles de ingresos, cambios en el comportamiento del consumidor, aumento de la actividad industrial, de las zonas urbanas o rurales, etc. La generación de residuos sólidos urbanos es mayor en áreas urbanas y áreas de gran desarrollo industrial. Según las previsiones, la producción de residuos sólidos urbanos en las principales áreas metropolitanas del mundo aumentará de 1,300 millones de toneladas en 2012 a 2,200 millones de toneladas en 2025. La generación de estos residuos está en función a los ingresos de los países: países de bajos ingresos 0.4 – 0.6 kg/hab/día; países de ingresos medios 0.5 -0.9 kg/hab/día (Szantó, et al., 2008), (Sáez y Urdaneta, 2014), (Ríos y Echeverri, 2012), (Gundupalli et al., 2016), (Kawai & Tasaki, 2015).

1.1.4 Caracterización de residuos sólidos

Las propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos, la determinación de la composición, cantidad y proporción de las sustancias orgánicas e inorgánicas producidas en un determinado sector, así como las transformaciones que afectan su morfología y composición, son consideradas para el desarrollo y diseño de sistemas integrados de gestión de residuos sólidos. Debe haber características que distingan a cada fuente de residuos sólidos, tales como residuos sólidos domésticos, residuos sólidos comerciales, residuos sólidos agrícolas y otros. (MINAM, 2015), (Montoya, 2012), (Quillos et al., 2018).

1.1.5 Manejo de residuos sólidos

El manejo de los residuos sólidos debe incluir elementos esenciales que son parte integral de las actividades operativas y funcionales desde el sitio de generación de los residuos, los cuales luego son recolectados y transportados al área de disposición final, pasando por fases intermedias como son la estación de transferencia, el almacenamiento temporal, el punto de separación para compostaje o reciclaje, entre otros. Tradicionalmente, el desarrollo social y económico de las zonas rurales ha estado muy por detrás de las zonas urbanas, hecho que se refleja en la poca información del manejo de residuos sólidos en las zonas rurales comparando con las urbanas, tema ampliamente estudiado. (Sáez y Urdaneta, 2014), (Brown, 2003), (Guan et al., 2015).

1.1.6 Segregación de residuos sólidos en la fuente

Al indicar “en la fuente”, se refiere a los residuos sólidos originados en su origen, vale decir en viviendas, instituciones y centros comerciales de competencia municipal, sometidos al proceso de separación en la misma fuente de generación, escogiéndose aquellos para ser reciclados con fines de reaprovechamiento y su posterior comercialización. Asimismo, estos residuos son generadores de energía, por lo que se tiene que mirar científicamente la optimización de segregación desde los puntos donde se generan los residuos. (Chung e Inche, 2002), (Bardales et al., 2015), (Soni y Argade, 2015).

1.1.7 Impacto Ambiental

Este es un cambio positivo o negativo en uno o más componentes del medio ambiente causado por la actividad humana. Estos efectos están asociados a la contaminación del agua, aire, suelo y paisajes. Dentro del marco normativo, la idoneidad ambiental también incluye un análisis del impacto social, económico y cultural del proyecto. Los impactos ambientales incluyen lo siguiente: El comportamiento humano afecta directamente a los componentes del medio ambiente e identifica la relación entre sus causas y consecuencias. Efectos indirectos que provoca la actividad humana sobre los componentes que constituyen el medio ambiente a partir de la ocurrencia continua de otros en los que se interrelacionan, el efecto combinado de la existencia simultánea de múltiples comportamientos se da solo, existe un efecto sinérgico si se genera una incidencia ambiental que es mayor que la suma de las incidencias. Impacto ambiental acumulativo de proyectos desarrollados dentro de un rango común de impacto que puede tener efectos sinérgicos. Las categorías de impacto ambiental incluyen la acidificación, el agotamiento del ozono estratosférico, la eutrofización, los efectos de invernadero, la toxicidad terrestre, la formación de oxidantes, la carcinogenicidad y los efectos respiratorios. (MINAM, 2012), (Acurio et al., 1997), (Juárez et al., 2008).

1.1.8 Impacto de la segregación de residuos sólidos en el consumo de combustible y en los costos de recolección de residuos sólidos

Se simuló escenarios de intensidad de segregación en la fuente (ISF) del 25%, 30%, 35% y 52%. Los resultados mostraron un aumento en el promedio de combustible consumido por los vehículos de recolección que pasó de 3,3 L/tonelada para una

intensidad del 25% de segregación en la fuente a 3,8 L/tonelada para una intensidad de segregación en la fuente del 52%. En cuanto a los costos directos de recolección, incluyendo la tripulación y la compra del vehículo, oscilaron entre aproximadamente 40 € / ton y 70 € / tonelada, respectivamente, para una intensidad de segregación en la fuente del 25% y 52%. Al respecto se debe considerar las limitaciones en función al presupuesto programático asignado. Diseñar un eficiente sistema de recolección significa un importante ahorro económico si se tiene en cuenta que en esta fase se consume entre un 60 a 80% del costo global del manejo de residuos sólidos. (Di María y Micale, 2013), (Szantó, et al., 2008), (Aranibar, 2021).

1.1.9 Costos

Toda empresa distingue tres funciones básicas que son la producción, venta y gestión, y para desarrollarlas paga salarios, alquileres, materiales, servicios públicos, etc., incluidos en los denominados costos de producción, costos de venta y costos de gestión. Los costos directos son los que están estrechamente relacionados con un producto, proyecto o servicio, como son, pago de salario, materiales básicos para el desarrollo del proyecto, etc. Los costos generales, por otro lado, están tangencialmente relacionados con los proyectos o tareas planificados, como son los costos organizacionales, administrativos, administrativos y las inversiones en publicidad. (Hargadon y Múnera, 2007), (Horngren et al., 2012), (Rivera et al., 2017).

1.1.10 Índices de consumo de combustible de los vehículos de transporte

El consumo de combustible en camiones no responde estrictamente a sus especificaciones técnicas; sino que, se debe más que todo a la sobrecarga, grado de pendientes, a las paradas, a la alta velocidad alcanzada entre paradas y a la forma de conducción de los choferes. La velocidad del vehículo y la gradiente de la vía son elementos que afectan en mayor grado y son esenciales para determinar su costo de operación. El combustible más consumido es el diesel en relación a la gasolina (Acosta et al., 2008), (Pachacama y Simbaña, 2017).

1.1.11 Recolección de residuos sólidos empleando herramientas SIG

Respecto a la tecnología SIG, Sistema de Información Geográfica, ofrece grandes bondades para centros urbanos de gran tamaño, más no para pequeñas localidades. No

obstante, los beneficios que dicha herramienta dependerá de la participación comunitaria, no siendo posible sin antes concientizar a la población sobre sus bondades en cuanto a la minimización de tiempos, que definitivamente repercutirán en la optimización del recojo y transporte de los residuos sólidos, en este sentido, se deberá tener en cuenta la dotación de instrumentos, equipos y la logística que se requiera. Los SIG permiten el monitoreo y gestión en tiempo real, la reducción de los costos de transporte y recolección, la posición de las rutas y frecuencia del servicio, el peso mediante sensores volumétricos, la posición de los vehículos, las rutas realizadas, intervalos entre paradas, tiempos de conducción, entre otras ventajas. (Araiza y José, 2015), (Aranibar, 2021) (Carrasco, 2017).

1.1.12 Gestión de residuos sólidos urbanos

El plan integral sobre gestión de residuos sólidos abarca todas las fases de la gestión de estos residuos y los aspectos técnico ambientales, económicos, institucionales y legales pertinentes. Plantear el tema de gestión de residuos urbanos, el método de investigación más adecuado para la conceptualización del abordaje del problema, el refinamiento de las propuestas de hipótesis, la recopilación de documentos de campo, deliberación de los métodos de organización y el análisis e interpretación de la información, entre otros, requieren de un marco metodológico de referencia para abordar íntegramente el problema del manejo de los residuos sólidos. La eliminación de residuos sólidos es uno de los problemas más desafiantes que enfrentan las autoridades y debe abordarse a través de un enfoque educativo centrado en la reducción de los desechos domésticos (Martínez et al., 2010), (Rondón et al., 2016), (Abdul et al., 2015).

1.1.13 Tendencias de investigación sobre residuos sólidos municipales

Al efectuar un diagnóstico de la situación del manejo de los residuos sólidos y estructurar un plan de seguimiento en función a los residuos generados surgen tendencias de investigación. En relación a estas tendencias se procesó información a base de software que sirvió para identificar oportunidades de investigación que pueden ser afrontadas con herramientas de la Ingeniería. Entre estas tendencias se tienen las relacionadas al aprovechamiento energético, al análisis industrial de productos agroecológicos en la cadena de provisión de alimentos y a la logística inversa del

reciclaje. Otra tendencia que últimamente se viene manifestando es la aplicación del sistema de información geográfica en la gestión de residuos sólidos municipales. (Carrasco, 2017) , (Gaviria et al., 2019), (Rodríguez et al., 2017), .

1.1.14 Logística inversa

Con la logística inversa lo que se consigue es volver al punto de origen de los productos para que sean reutilizados o para que se sometan a procesos de reciclaje. Supone la reintegración como recursos valiosos, de los productos usados y obsoletos, luego de un proceso de planificación, ejecución y producción de materias primas a través de la segregación y separación de los residuos sólidos con el fin de recuperar valor mediante procesos de reciclaje (Dekker et al., 2004), (Brito et al., 2002).

1.1.15 Compostaje proveniente de residuos sólidos municipales

Los desechos domésticos tienen una gran cantidad de nutrientes que incluyen materia orgánica (39,05 %), nitrógeno (1,02 %), fósforo (0,50 %) y potasio (1,42 %), ante lo cual el compostaje viene a ser una gran alternativa de elaboración de abono agrícola. Aspectos como la alta contaminación de las materias primas, el uso inadecuado de la tecnología, la mala calidad de los productos y su baja comercialización y mercadeo limitan la implementación del compostaje. En este contexto, se sugieren mejoras en la aplicación del compostaje y estrategias como la segregación en origen y la recogida selectiva, el aprovechamiento óptimo de los residuos biológicos, la investigación aplicada con base científica y las técnicas de compostaje, la formación profesional, la ingeniería y operación, etc. (Oviedo et al., 2012), (Gonzales, 2005), (Han et al., 2019).

1.1.16 Factores de optimización en el manejo de residuos sólidos municipales

Optimizar la gestión de residuos municipales requiere medidas y estrategias para mejorar su funcionamiento. Los países líderes en el mundo en la gestión de residuos son Alemania, Suiza, Bélgica y Japón, los países bajos, Suecia, Noruega y Dinamarca, seleccionados en función a las tasas de reciclaje y manejo de residuos. El éxito de estos países se basa en la interacción coordinada de factores políticos, legales, técnicos y culturales para una gestión adecuada y óptima de los residuos. Los factores de optimización más importantes son el alto nivel de compromiso e intervención de las partes , que incluyen: consumidores que reciclan, empresas que gestionan procesos productivos

cerrados y gobiernos que fomentan las mejores prácticas proponiendo medidas de promoción del medio ambiente (Sáez y Urdaneta, 2014), (Segura et al, 2020).

1.1.17 Materiales reciclables en residuos sólidos municipales

Un requisito previo para el reciclaje es separar los residuos municipales reciclables según su origen. Las plantas de tratamiento de residuos sólidos avanzan continuamente en lo que se refiere al reciclaje de los residuos sólidos con medidas ecológicamente factibles. Se han propuesto alternativas para aumentar la importancia de los residuos sólidos reciclables y su puesta en marcha puede ayudar a abordar el subempleo y reducir los impactos ambientales negativos (MINAM, 2016), (Victoria et al., 2012), (Gundupalli et al., 2016).

1.1.18 Los residuos sólidos urbanos y su relación con la salud

En general, se sabe que los residuos urbanos representan un riesgo para la salud pública y el medio ambiente. El impacto del manejo inadecuado es preocupante, ya que afecta la morbilidad y mortalidad de las personas involucradas en las diversas etapas del manejo de los residuos, desde el brote hasta la disposición final, siendo esta última la más preocupante. El material recolectado se acumula sin control en caminos, terrenos baldíos, bordes de caminos, arroyos y riberas de ríos. El riesgo de una eliminación inadecuada de desechos es más pronunciado en las zonas tropicales que en las regiones templadas debido al alto crecimiento de patógenos. Como regla general, los desechos peligrosos a menudo se encuentran en los desechos domésticos y, al igual que los patógenos, siempre deben recibir un tratamiento especial. Muchos metales pesados se eliminan con los desechos domésticos y son altamente solubles debido al ambiente ácido en general (Barragán et al., 2010), (Sáez y Urdaneta, 2014).

1.1.19 Programas de segregación en la fuente

Se debe promover la implementación del programa de separación en la fuente a través de incentivos y asistencia técnica con la participación del público en general. El programa incluye la separación de los tipos de residuos sólidos reutilizables a clasificar, la recolección de los residuos sólidos reutilizables seleccionados, la recolección selectiva de los residuos sólidos, la determinación de rutas de la cadena de reciclaje, la selección de áreas prioritarias, equipos y horarios, la educación y sensibilización ambiental, funciones

técnicas, costos de operación, estrategias de información, normas sociales, normas legales, acciones de las personas, cronogramas de implementación, entre otros. (MINAM, 2016), (Bolaños, 2012), (Dahlén et al., 2006).

1.1.20 Marco normativo

Ante el aumento de los conflictos ambientales, es más urgente la necesidad de tomar medidas para asegurar una adecuada regulación ambiental dentro de los marcos políticos y legales a fin de fortalecer la línea de especialización e investigación del derecho ambiental, con el objetivo de generar y difundir conocimientos sobre la importancia de contribuir a la construcción y gestión del medio ambiente como un proceso de planificación, ejecución y seguimiento del manejo de los residuos sólido en base al desarrollo de marcos legales, normativos e ideológicos para la aplicación de las políticas públicas ambientales. La Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, establece los derechos, obligaciones, facultades y responsabilidades de toda la sociedad en su conjunto, para hacer cumplir el adecuado manejo y disposición de los residuos sólidos, sanitarios y del medio ambiente, de conformidad con los principios de protección ambiental, reducción, prevención, riesgos y protección de la salud y del bienestar humanos. Esta ley se aplica a los procesos y actividades de manejo y tratamiento de residuos sólidos, desde su generación hasta su tratamiento final, incluyendo las diversas fuentes de generación de residuos en la economía y la sociedad. Esta ley no ampara los residuos sólidos de carácter radiactivo que se encuentren bajo el control del Instituto Peruano de Energía Nuclear. El Decreto N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, emitido el 23 de diciembre de 2016, establece la derogación de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos, a partir de la entrada en vigencia del mencionado decreto legislativo (MINAM, 2016), (Ochoa, 2018).

1.2 Antecedentes

Esta sección da cuenta de los principales hallazgos y contribuciones relacionados al presente estudio, los mismos que ayudarán a plantear el problema de investigación.

Di María y Micale (2013), sostienen que los parámetros que pueden afectar significativamente los costos totales de recolección son la relación de compactación de los camiones de recolección, la densidad de residuos y la utilización de la capacidad de carga del vehículo. Aproximadamente en el 50% de la reducción del volumen de

recolección de residuos, el factor de utilización de la capacidad de carga del vehículo puede implicar aumentos en el consumo de combustible y de los costos de recolección entre el 50% y 100%. La baja velocidad media, los frecuentes arranques, las paradas y las operaciones relacionadas a la carga y descarga de los vehículos de recolección de residuos, representan entre el 10 y 15% del transporte urbano total de mercancías correspondientes a la ciudad de Malmoe, tercera ciudad más habitada de Suecia.

Abdul, et al., (2015) en Putrajaya, ciudad y territorio federal de Malasia, con 86,000 habitantes, para un tamaño de muestra de 382 encuestados, seleccionados al azar, ante la pregunta ¿Segregan los residuos sólidos?, aproximadamente el 52,9% de los encuestados afirmaron “No” y el 47,1% de los encuestados afirmaron “Sí”. Aproximadamente 50,8% de los encuestados afirmaron haber leído y adquirido conocimientos sobre la segregación de residuos sólidos de diferentes fuentes de información, de los cuales 24,6% de internet, de periódicos 9,7%, televisión 9,2%, libros o revistas 6,3%, locución 1,0%. Desafortunadamente, 49.2% de los encuestados dijeron “No”, indicando que desconocían sobre la segregación de residuos sólidos. En este contexto se han revelado resultados generales de hallazgos que concluyeron en que el nivel de participación comunitaria en los programas de reciclaje en toda el área de Putrajaya fue significativa, con una buena actitud de la comunidad y su aceptable conocimiento sobre la segregación de residuos sólidos. Las herramientas como Internet y los materiales de lectura aportaron al respecto.

Maulana et al., (2021) sostienen que la gestión de los residuos sólidos en el área rural de los países en desarrollo ha sido menos documentada, en contraste con las zonas urbanas. Esto se puede observar en la Regencia de Gunungkidul (Indonesia), donde la falta de servicios de recolección de residuos en las áreas rurales obliga a los lugareños a procesar los desechos quemándolos y vertiéndolos en el patio trasero dañando el medio ambiente. En las zonas urbanas de Regebacia, donde se desarrollan actividades turísticas, los entes encargados de la gestión de residuos sólo atienden y cobran tasas en zonas turísticas. Esta condición indica una dicotomía significativa en la gestión de residuos en áreas rurales y urbanas. En este contexto se recomienda adoptar un enfoque diferente tomando en cuenta las condiciones socio culturales de los pobladores y las características de los residuos producidos tanto en los sectores rurales y urbanos.

Guan et al., (2015) investigó y analizó sistemáticamente el pasado y prácticas actuales de gestión de residuos sólidos rurales y propuso un enfoque ambientalmente racional y

rentable en el manejo y eliminación de estos en la provincia de Zhejiang, China, con una población de 46,800,000 habitantes, teniéndose como hallazgos lo siguiente: residuos de cocina (42,9%), residuos combustibles (75,5%), reciclables (24,8%) y compostables (54,1%). Media de contenido de agua 53,4%. Generación per cápita entre 2012 y 2020 estimado en un aumento de 0,68 a 1,01 kg/día. La generación total se estimó de 6,033,000 toneladas/año en el 2008 a 12,030,000 toneladas/año en el 2020. Más de 3221 millones de personas viven en áreas rurales en el mundo y la falta de atención en estas zonas en lo que a residuos sólidos rurales se refiere vienen significando riesgos para la salud y degradación ecológica en las áreas rurales.

Han et al., (2019) demostraron que los desechos orgánicos y los desechos inertes con un porcentaje de masa acumulativa del 72,31 % son componentes dominantes de los desechos domésticos en las zonas rurales de China, los mismos que tienen buena compresibilidad y una densidad aparente ligera que oscila entre 40 y 650 kg m⁻³. Los valores de humedad, ceniza, combustible y poder calorífico de los residuos domésticos fueron 53,31 %, 18,03 %, 28,67 % y 5368 kJ kg⁻¹, respectivamente. Hay tendencias de cantidades crecientes de residuos de cocina, papel/cartón y plástico/caucho y una tendencia decreciente de residuos de cenizas.

Soni y Argade (2015) en el estudio de manejo de residuos sólidos municipales de Pune, La India, concluyeron en que en lugar de ver los residuos sólidos como desechos, deben verse como una fuente de energía y no como desperdicio. Si estos se manejan adecuadamente se puede lograr la obtención de residuos biodegradables que se descomponen fácilmente en el ambiente, y que a partir de estos se puede obtener material para compostaje, biogas, biodiesel, combustible y etanol. Ambos investigadores asumen como uno de los principales proyectos demostrar que el "residuo" ya no es un desperdicio, sino un recurso que puede cumplir un papel importante en el cumplimiento de la demanda de energía de la humanidad.

Everett y Riley (2011) de la Universidad Oklahoma E.E.U.U. presentan un modelo matemático para determinar parámetros comparando sus estimaciones con las observadas en ruta. La simulación en las estimaciones se utilizó para proporcionar información en forma de base de datos a una serie de ecuaciones planteadas que permitirían la estimación del volumen de material reciclable, tamaño de vehículo requerido, consumo de combustible, contaminación y necesidades de mano de obra. Los resultados de este

estudio indican que las necesidades de mano de obra y equipo son los más sensibles ante los cambios del volumen de material reciclable. Asimismo, la mencionada base de datos podría usarse por comparación en el diseño de programas para materiales compostables.

Acurio et al., (1997) en el diagnóstico situacional del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe identificaron los siguientes aspectos críticos agrupados en seis categorías: área legal e institucional, los países de la región no cuentan con el desarrollo ni el protagonismo necesarios en estos dos aspectos; área técnica y operativa, las soluciones no siempre son técnicas ni de orden operativo, sino institucionales, normativos, financieros y administrativos; área económico financiero, no son identificables los beneficios económicos, sociales y ambientales; área de la salud, la exposición permanente y directa de la población a factores físicos, químicos y biológicos nocivos derivados del impropio manejo de los residuos sólidos es la causa fundamental de la mala salud. En el ámbito ambiental, el deficientemente manejo de los residuos sólidos afecta el aire, el suelo, los recursos hídricos subterráneos y superficiales y la contaminación costera. En este contexto se percibe una débil participación comunitaria en el manejo de los residuos sólidos municipales, ya que se considera que el asunto es responsabilidad exclusiva del municipio.

Jiménez (2015) indica que México simboliza una organización territorial centro periférica con relación a la gestión de los residuos sólidos urbanos, siendo esta no homogénea, con predominio de contradicciones y desigualdades que acentúan las disparidades territoriales. Los instrumentos financieros privilegian localidades mayores a los 100 mil habitantes, donde la recolección, manejo y disposición final de residuos es muy superior a lo que se observa en las localidades rurales y ciudades pequeñas. Los gobiernos locales acuden a las normas legales como medios para atender las responsabilidades específicas en el rubro de los residuos sólidos urbanos, sólo que lo hacen sin planes ni medidas presupuestarias adecuadas para fortalecer institucionalmente una buena gestión al respecto.

Ríos y Echeverri (2012), en el diagnóstico inicial realizado en la Universidad de San Buenaventura - Cartagena, notaron un gran dinamismo por parte de los estudiantes, docentes, administrativos y en general de toda la comunidad universitaria. En este contexto, se utilizó como base para el proceso de difusión óptimo a personas con conocimientos en manejo de residuos sólidos y reciclaje. Las investigaciones indicaron

que la implementación del programa universitario debe realizarse con una adecuada planificación que facilite la información, sensibilización y concientización de los involucrados para asegurar su eficacia en la institución como una propuesta de gestión integral de los residuos sólidos, tomando en cuenta la cultura ambiental dirigida a entender el cambio de valor de estos residuos generados en la institución.

Piedrahita (2015) en el estudio relacionado al municipio de Zarzal Valle del Cauca, consideró en una primera etapa analizar la estructura vial de la localidad y diagnosticar la causa de la insatisfacción de los usuarios a través de encuestas. Como segundo paso, se realiza el análisis de las rutas existentes en base a las distancias medidas, mostrando que la recolección de residuos sólidos muchas veces se realiza hasta horas avanzadas de la noche y estas rutas se repiten en las calles. La tercera fase considera la planificación con posibles macro hojas de ruta dependiendo del nivel de generación de residuos sólidos en cada distrito. Luego, se aplica el modelo pétalo para saber qué ruta macro generada por el método de escaneo es la mejor, en base a este resultado se aplica el problema del factor chino para resolver las rutas micro de cada barrio del área metropolitana del Municipio.

Gamboa y Madueño (2016) en su trabajo, consideran a la educación como una de las principales herramientas para promover acciones que desarrollen valores y conductas conducentes a la protección y cuidado del medio ambiente en la provincia de Chimbas, provincia de San Juan, Argentina, donde no existe un municipio, abordando específicamente los temas ambientales, municipales. El manejo de los residuos sólidos está a cargo de la secretaría de servicio, no existe una regulación específica ni posibilidad de tarificación por la limpieza o barrido. Ante esta realidad, proponen estrategias de comunicación y difusión para sensibilizar a la sociedad en general.

Vásquez (2011) describir y analizar la gestión actual en el Gran Santiago de Chile con resultados que muestren su desempeño en cuanto a la recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos en base a dos sistemas, el tradicional y el no tradicional. Lo tradicional involucra puntos de origen en viviendas, edificios, establecimientos comerciales, restaurantes, hoteles, instituciones educativas, oficinas, cárceles y ferias libres, y se permite su transporte a la estación central de transferencia o área de disposición final. Este proceso es realizado por compactadores pertenecientes a empresas privadas especializadas, seleccionadas por cada municipio a través de una licitación. No tradicionales, realizadas por microempresas ilegales, servicios de calle o el propio pueblo,

e incluye el traslado desde los sitios de producción hasta la microdisposición ilegal de residuos sólidos para su reutilización o reciclaje. En el caso de reutilización de residuos sólidos municipales y centros de reciclaje, los servicios de recolección son prestados por vendedores ambulantes, recolectores de basura o los propios pobladores desde los puntos de generación según su clasificación de origen.

Becerra (2018) planteó como principal problema la poca difusión y comprensión de los programas de segregación entre la población del asentamiento Morón en Chaclacayo. Ante esta problemática, diseñó talleres con una metodología general y específica de conocimiento, percepción, motivación y retroalimentación durante ocho meses, basados en la siguiente estructura: reconocimiento territorial, elaboración de documentos, sensibilización, capacitación, difusión del conocimiento, monitoreo y seguimiento. De hecho, los resultados positivos se han logrado porque la población ha sido capaz de aceptar el cambio en sus percepciones y actitudes respecto al programa de separación de residuos sólidos en origen, y al mismo tiempo demostrando representar un cambio beneficioso para el medio ambiente.

Bardales (2015) propuso implementar el manejo integral de residuos sólidos domiciliarios sobre la base de la segregación en la fuente en el distrito de San Luis, Lima, para dar una solución económica, técnica y ambiental, para lo cual se realizaron análisis y diagnósticos con estudios de caracterización y desarrollo de encuestas dando énfasis a la segregación de los residuos sólidos domiciliarios y su impacto social. Los resultados muestran que el estudio de prefactibilidad es económicamente viable debido a que los criterios económicos cumplen con los requisitos mínimos para viabilizar el proyecto. Asimismo, el estudio de prefactibilidad se justifica desde el punto de vista ambiental porque las actividades realizadas provocan efectos insignificantes en la escala cuantitativa de impactos ambientales. Finalmente, el estudio de prefactibilidad ha demostrado ser técnicamente factible al respetar todo lo especificado en las normas técnicas relacionadas con el manejo de residuos sólidos urbanos.

Chávarri y Matos (2009) determinaron la composición física de los residuos sólidos separando cada material y luego procedieron al pesado de cada uno de los componentes. Lo más resaltante en este estudio es que da a conocer resultados interesantes que pueden servir de patrones de comparación. Así por ejemplo muestra un promedio de generación per cápita de 0.463 kg/hab/día, resultado que se encuentra en el rango determinado por

MINAM (2008) que es de 0.5 a 0.7 kg/hab/día. El tipo de residuos de mayor generación en tres empresas estudiadas por los mencionados autores fue el papel impreso, del que se pudo estimar una ganancia mensual de S/ 773.63, monto que benefició a los recicladores.

Chung e Inche (2002), argumentan que los planes de gestión de residuos con cualquier procedimiento utilizado en Lima Cercado solo tendrán éxito si se implementa la concientización en la comunidad a través de capacitaciones puerta a puerta y que el proyecto debe ser realizado por una empresa privada coordinando directamente con el personal municipal para el control y supervisión del trabajo en el período de prueba.

Limache (2021), afirmó que los programas de capacitación y concientización sobre medidas de gestión y manejo impactaron positivamente en la concientización de los ciudadanos en el barrio de San Carlos en Huancayo, haciéndose de que se conozca lo referente a segregación de residuos en el lugar de origen y su disposición final, rol municipal, prevención, salud, higiene y seguridad. La población considera que la reducción de la generación de residuos sólidos mediante la valorización y aprovechamiento de los mismos, permitirá mitigar los problemas de tipo ambiental.

Rojas (2017) desarrolló una propuesta para priorizar la educación ambiental basada en la segregación en el lugar de origen y el reúso de la materia orgánica a través de la implementación de una planta piloto de compostaje en el distrito de Tarma, Junín. Para ello, proporciona un diagnóstico actualizado de la gestión de residuos sólidos identificando los materiales clave. Siguiendo este procedimiento recomienda conocer las opiniones de la población en general con respecto a su participación en la gestión integral de residuos sólidos.

Tumi (2012), hizo un estudio descriptivo transversal para un universo de 79.818 habitantes mayores de 18 años en la ciudad de Puno a fin de comprobar el nivel de conocimiento de la población puneña relacionado a la gestión de residuos sólidos. La encuesta se aplicó a las muestras seleccionadas por muestreo aleatorio simple, cuyo tamaño ajustado fue de 384 personas. Se examinó el nivel de conocimiento de los pobladores sobre la gestión de residuos sólidos en relación a los aspectos considerados en temas ambientales. Los resultados obtenidos muestran que los pobladores de la ciudad de Puno tienen un nivel insuficiente y no tan claro con relación a la gestión de residuos sólidos y a la gestión ambiental.

Tapia et al, (2018), encontró que las estrategias de capacitación a través de visitas domiciliarias y medios de comunicación fueron ineficaces y no lograron los niveles esperados de motivación y transferencia de conocimiento entre los puneños. Las estrategias de información difundidas por diversos medios de comunicación utilizando materiales audiovisuales y de imagen, incluidos los contenidos publicitarios sobre la gestión de residuos también fueron ineficaces, pues la mayoría de la población seguía mostrando un alto nivel de desconocimiento e indiferencia hacia este tema. Las estrategias de movilización relacionadas con el programa de separación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos, utilizando incentivos y bonos otorgados por los municipios a los vecinos y recicladores, han mostrado mayor efecto, pero la no continuidad del programa lo hizo ineficaz.

La Municipalidad Distrital de Huaró inicia el año 2011 con la prestación del servicio de limpieza pública y la gestión de los residuos sólidos y su disposición final con una asignación presupuestaria de S/.69,519.00, para ello, se tiene que un año antes adquirió un terreno de 0.7 hectáreas en la zona de Cochayocpata - Cerro Wiracochan, destinado a la disposición final de residuos sólidos. Para el proceso de recolección y transporte se adquirió un camión compactador en función a los niveles de residuos a recolectarse. Uno de los instrumentos más significativos de la gestión municipal viene a ser el “Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios, del distrito de Huaró – 2015”, ejecutado en base a la Guía Metodológica de Elaboración de Estudios de caracterización de Residuos Sólidos, ésta a su vez, en base al método simplificado propuesto por Kunitoshi Sakurai y publicado por la Organización Panamericana de la Salud OPS y por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS; lo que sugiere que se desplegó técnicas analíticas válidas que representan confiabilidad de los resultados.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Distrito de Huaru cuenta con una población urbana y rural con sectores dispersos, lugares donde se generan diariamente cantidades considerables de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, fomentándose así al crecimiento del latente problema de contaminación ambiental.

La falta de comunicación, información, motivación, mentalización, sensibilización y fortalecimiento de capacidades, que son de considerable valor para la educación ambiental, no permiten un cambio de actitudes, modificación de hábitos y comportamientos de la población hacia la conciencia ambiental de segregar residuos sólidos en la fuente; escenario que contribuye a la continuidad de los ya conocidos problemas de contaminación y de salubridad en la población urbano rural de Huaru.

El insuficiente presupuesto económico le quita capacidad de gestión al municipio que entre muchos de sus propósitos contempla la implementación y mejoramiento de sus planes técnico-operativos en el manejo de los residuos sólidos, dentro de ellos la segregación en la fuente y el monitoreo permanentemente en sus diferentes fases.

La normatividad vigente concerniente a la gestión integral de residuos sólidos, señala que las municipalidades distritales en materia de manejo de residuos sólidos tienen competencias para:

- Asegurar una adecuada prestación del servicio de limpieza, recolección y transporte de residuos en su jurisdicción, garantizando una adecuada disposición final de los mismos.

- Suscribir convenios con las empresas de servicios de saneamiento en general u otras de su competencia.
- Normar en el manejo de los servicios de residuos sólidos bajo su competencia en concordancia con las disposiciones emitidas por las municipalidades provinciales correspondientes.
- Actualizar y aprobar el plan distrital de manejo de residuos sólidos a fin de garantizar la gestión eficiente de los residuos de su jurisdicción en concordancia con los planes provinciales y el plan nacional.

En este contexto, pergeñada la idea, se procede a identificar y definir el problema.

2.1 Identificación y definición del problema

La segregación de residuos sólidos en la fuente, un asunto poco tratado para una realidad urbano rural tal como representa el distrito de Huaro, ¿será posible? Se presume que segregar sólo trae beneficios, ¿será así?, ¿de qué depende?, ¿qué variables deberían tomarse en cuenta?, ¿qué del consumo de combustible?, ¿qué de los costos que implica segregar en la fuente? ¿en qué medida impactarían?, ¿cuáles serían los efectos del consumo de combustible y de los costos recolección en el presupuesto municipal ante la intensidad de la segregación de residuos sólidos en la fuente? ¿estarán acordes a este presupuesto?, preguntas que sirvieron para identificar y plantear el problema. Según Di María y Micalé (2013), “La intensidad de segregación de residuos sólidos puede afectar significativamente los costos de recolección y el consumo de combustible”, en este sentido, la importancia de determinar en qué medida esta afectación significativa impacta en la posibilidad de intensificar la segregación de residuos sólidos en la fuente, constituye la intención de estudio del presente trabajo de investigación.

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema principal

¿En qué medida, la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente, impacta en el consumo de combustible y en los costos de recolección?

2.2.2 Problemas específicos

- a. ¿En qué medida, la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente, impacta en el consumo de combustible?

- b. ¿En qué medida, la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente, impacta en los costos de recolección?

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

El consumo de combustible y los costes de recogida son impactados por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.

2.3.2 Hipótesis específicas

- a. El consumo de combustible es impactado por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.
- b. Los costos de recolección son impactados por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Determinar en qué medida el consumo de combustible y los costes de recogida son impactados por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.

2.4.2 Objetivos específicos

- a. Determinar en qué medida el consumo de combustible es impactado por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.
- b. Determinar en qué medida los costos de recolección son impactados por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.

2.5 Variables

La variable independiente *intensidad de segregación de residuos sólidos* es la presunta “causa”, cuyos cambios controlados tienen un efecto directo en las variables dependientes.

Las variables dependientes *Consumo de combustible* y *Costos de recolección* son los presuntos “efectos” que responden a los cambios de la variable independiente. Son los focos del estudio en los cuales se centró las observaciones y mediciones.

En la variable independiente, el concepto general “*intensidad de segregación de residuos sólidos*” tiene como elementos componentes la “*fuerza municipal domiciliaria y no domiciliaria*”, las mismas que constituyen la dimensión de la mencionada variable.

Se ensaya la Tabla 1 indicando las variables e indicadores que sirvieron de pistas para observar la realidad de las variables y sus dimensiones.

Tabla 1

Variables e indicadores

Variables	Descripción	Indicadores
Independiente	Intensidad de segregación de residuos sólidos	a. Aptitud de la gestión municipal b. Capacidad de gestión municipal c. Grado de conocimiento de la población respecto a la segregación de residuos sólidos d. Medida en que la población contribuye al manejo de los residuos sólidos e. Disminución del volumen de residuos sólidos desechables f. Presupuesto municipal
Dependientes	Consumo de combustible	g. Aumento de consumo de combustible
	Costos de recolección	h. Aumento de los costos de recolección

Nota. Fuente: Elaboración propia.

2.6 Justificación

La importancia de determinar, en qué medida el consumo de combustible y los costos de recolección, impactan en la posibilidad de intensificar la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente, constituye el argumento para determinar si es procedente su aplicación en entidades similares al rango de la municipalidad distrital de Huaró. Se presume que segregar sólo trae beneficios, tal afirmación necesita corroborarse.

El presente estudio, ante este asunto no muy abordado por su peculiaridad, pretende deslindar al respecto y constituirse, en base a la exposición de sus razones, como aporte para efectos de tomar decisiones pertinentes en cuanto a su factibilidad en realidades y condiciones similares; de esta forma evitar desavenencias que perjudiquen la gestión de residuos sólidos en lo referente a la segregación de residuos sólidos municipales en la fuente. Asimismo, los resultados del presente trabajo pueden adecuarse a gestiones municipales similares en el manejo de segregación de sus residuos sólidos. Con estos argumentos la pertinencia del presente estudio se justifica.

2.7 Enfoque, alcance y nivel del presente estudio

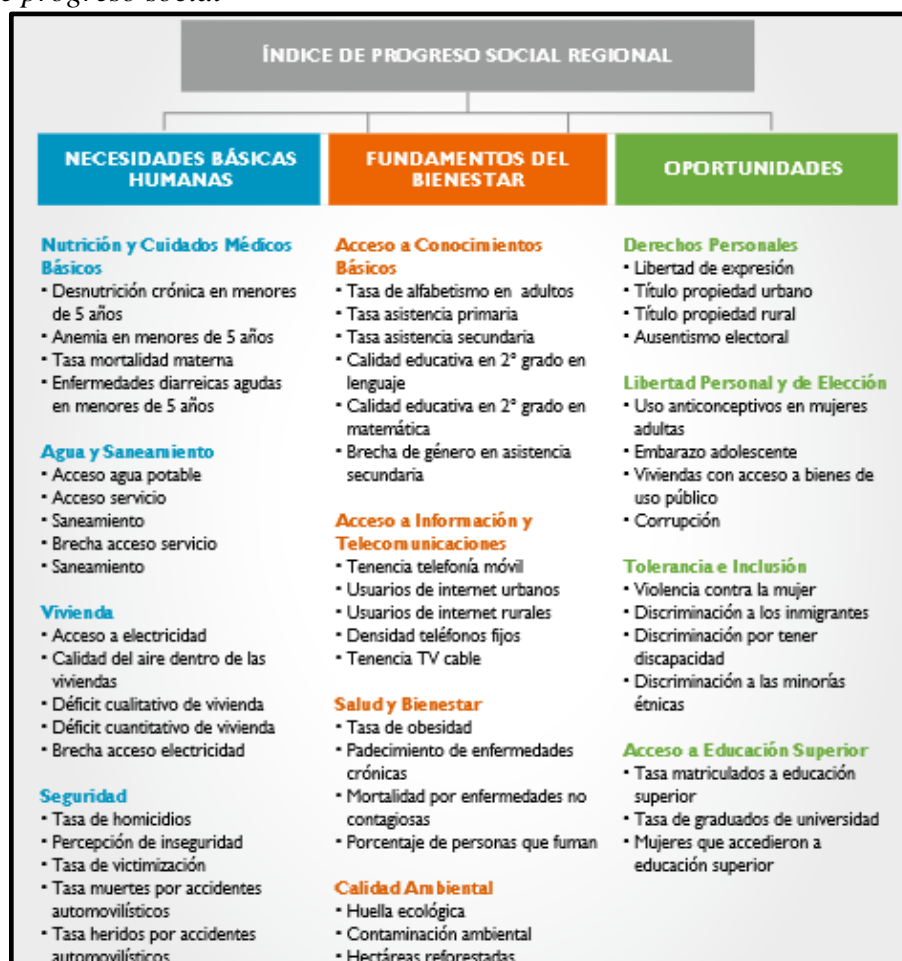
En base a los argumentos expuestos se puede inferir que el presente trabajo de investigación se orienta a un estudio de investigación científica de enfoque cuantitativo, de tipo correlacional a explicativo y nivel de investigación aplicada.

- Los resultados fisicoquímicos de humedad y cantidad de material orgánico de los residuos sólidos se obtuvieron en el laboratorio Louis Pasteur S.R. Ltda. Cusco-Perú.

3.1.1 Características ambientales, socioeconómicas y culturales

Los datos expuestos en esta sección sirven para demostrar la diferencia de realidades de los sectores tratados por el artículo indexado de referencia y el del presente estudio. Se basan en el Índice de Progreso Social, que mide la eficacia con la que los países se desempeñan en términos de las necesidades ambientales y sociales de sus ciudadanos. Esta medición se realiza sobre la base de 52 indicadores agrupados en tres principales dimensiones: necesidades humanas básicas, fundamento de la felicidad y oportunidad.

Figura 2
Índice de progreso social



Nota. Índice publicado por la organización sin ánimo de lucro Social Progress Imperative en base a los conceptos de los economistas Amartya Sen, Douglass North, y Joseph Stiglitz.

Para obtener el índice de progreso social se tiene la zonificación expuesta en la Tabla 2.

Tabla 2

Zonificación de la provincia de Quispicanchi

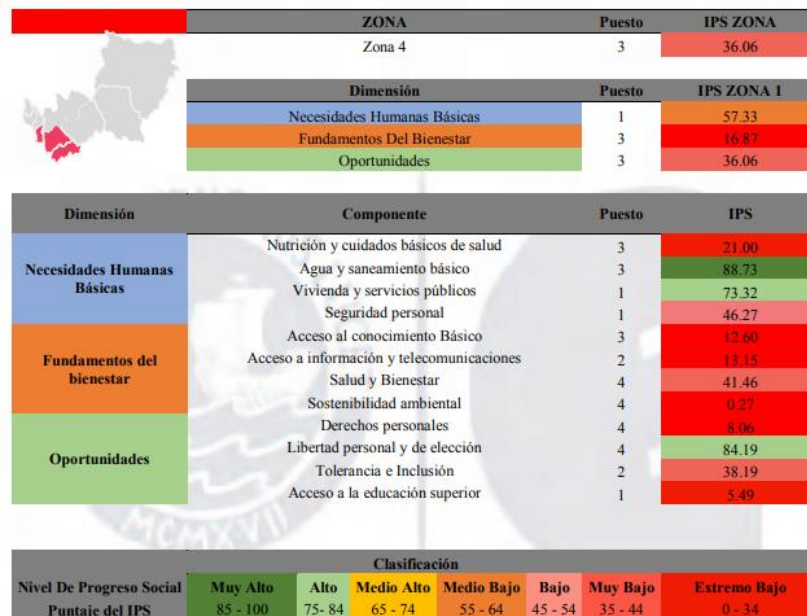
Zonificación	Distrito
Zona 1	Camanti, Marcapata Ocongate,
Zona 2	Ccarhuayo, Ccatca Urcos
Zona 3	Andahuaylillas Lucre Oropesa
Zona 4	Quiquijana Cusipata Huaru

Nota. Reproducido de Índice de Progreso Social de la Provincia de Quispicanchi, una publicación de CENTRUM Católica Graduate Business School de la Pontificia Universidad Católica del Perú y del Social Progress Imperative.

Efectuada la clasificación según el modelo del Social Progress Imperative se tiene el puntaje de 36.06 para la zona 4 correspondiente al distrito de Huaru. Ver Figura 3.

Figura 3.

Índice de Progreso Social de la Zona 04 donde se ubica el distrito de Huaru



Nota. Reproducido de Índice de Progreso Social de la Provincia de Quispicanchi, una publicación de CENTRUM Católica Graduate Business School de la Pontificia Universidad Católica del Perú y del Social Progress Imperative.

Según los resultados y la clasificación de la Figura 3, el Índice de Progreso Social del distrito de Huaru corresponde al nivel de MUY BAJO.

3.2 Población

Tabla 3

Población de la provincia de Quispicanchi y del distrito de Huaro

Ubigeo	Provincia y distrito	Población censada	Población total
081200	QUISPICANCHI	87 430	97 407
081201	URCOS	10 614	11 728
081202	ANDAHUAYLILLAS	5 797	6 485
081203	CAMANTI	2 219	2 481
081204	CCARHUAYO	2 863	3 105
081205	CCATCA	13 295	14 977
081206	CUSIPATA	4 221	4 695
081207	HUARO	4 505	4 848
081208	LUCRE	4 606	4 917
081209	MARCAPATA	4 307	4 868
081210	OCONGATE	15 223	17 466
081211	OROPESA	9 444	10 281
081212	QUIQUIJANA	10 336	11 556

Nota. Información extraída y adaptada del documento “Perú: Crecimiento y Distribución de la Población Total, 2017”, publicado por el INEI.

3.2.1 Población de estudio o universo de la investigación

Se tomó como universo a una población disponible de 3196 habitantes para un total de 787 viviendas, distribuidas en las localidades de: Huaro, Urcay, Chucchi, Pucutu y Virgen Purificada, datos que se observan en la Tabla 4:

Tabla 4

Población del área de influencia

Localidades	Población	Viviendas
Huaro	1,688	416
Urcay	572	141
Chucchi	135	33
Pucutu	556	137
Virgen purificada	245	60
Total	3,196	787

Nota. Datos obtenidos en la Municipalidad Distrital de Huaro en función a los beneficiarios del servicio de limpieza pública.

Esta población corresponde al área de influencia que concierne al presente estudio, donde actualmente se viene cumpliendo con el servicio de limpieza pública para un total de 787 viviendas, las mismas que significan la población a partir del cual se determinará la muestra correspondiente.

3.3 Muestra

Se tomó como base la Tabla 4 para una técnica de muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple basado en métodos y cálculos estadísticos.

3.3.1 Determinación del tamaño y distribución de la muestra de viviendas

Para determinar el tamaño de la muestra y su distribución se utilizó la fórmula censal recomendada en la Guía de Métodos para desarrollar un estudio de caracterización de los residuos sólidos urbanos (EC-RSM) (MINAM, 2015), que se muestra a continuación:

$$n = \frac{z_{1-\alpha}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + z_{1-\alpha}^2 \sigma^2}$$

Fórmula demostrada por la Estadística, donde:

Parámetro	Denominación	Descripción
n	Número de muestras	Número de viviendas
N	Universo	Número total de Viviendas disponibles en el periodo que se realiza el estudio, en este caso 787.
σ	Desviación Estándar	Desviación en relación a la media de valores x en un intervalo de valores menores y mayores a dicha media donde se encuentran los valores más probables. Cuando no se tenga información al respecto se asume como 0.25 el valor de Desviación Estándar.
α	Nivel de Significancia Estadística	Define la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando ésta es verdadera. En algunas situaciones es conveniente expresar el Nivel de Significación Estadística como $1 - \alpha$, tal es el caso del presente estudio. Ver Anexo 1.
$z_{1-\alpha}^2$	Nivel de Confianza	En la estadística poblacional generalmente se trabaja con un 90% de nivel de confianza, porcentaje para el cual $z_{1-\alpha}^2$ tiene un valor de 1.65, obtenido de las tablas estadísticas debidamente demostradas. Ver Anexo 1

E	Error Permisible	10% de la Generación Per Cápita (GPC) nacional actualizada a la fecha de ejecución del estudio. En este caso GPC para el año 2017 viene a ser 0.515. Ver Anexo 1. El 10% para utilizarlo en la fórmula sería 0.015.
----------	-------------------------	---

Realizando los reemplazos de los valores respectivos en la fórmula estadística poblacional correspondiente, se tiene:

$$n = \frac{(1.65)^2 \times 787 \times (0.25)^2}{786 \times (0.0515)^2 + (1.65)^2 \times (0.25)^2} = 59.38$$

Considerando la fracción:

n = 60 viviendas, tamaño de muestra de viviendas

Para determinar el Nivel de Significancia Estadística (α) se tiene la siguiente relación estadística:

$$\alpha = 1 - (z_{1-\alpha}^2)$$

Para un Nivel de Confianza ($z_{1-\alpha}^2$) = 90% se asume:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ ----- } 100\% \\ (z_{1-\alpha}^2) \text{ ----- } 90\% \end{array}$$

De donde: ($z_{1-\alpha}^2$) = 0.9 significa 90% de Nivel de Confianza

Entonces el Nivel de Significación Estadística viene a ser:

$$\alpha = 1 - 0.9 = 0.1 \text{ (Ver Anexo 1)}$$

3.3.2 Determinación del tamaño de muestra de establecimientos

Se ha tomado en cuenta la información obtenida de la base de datos de la Superintendencia Nacional de Aduanas y Tributación - SUNAT 2015, la que permite conocer de que el distrito de Huaró cuenta con 113 establecimientos formales, registrados

en esta institución de acuerdo a los diferentes tipos de tributación comercial, institucional y de servicios a la comunidad.

Para determinar el tamaño de muestra de la línea de base, como en el caso del sector domiciliario, se utilizará la fórmula estadística recomendada en la Guía Metodológica para la Elaboración de un Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM) (MINAM, 2015).

$$n = \frac{z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N - 1)E^2 + z_{1-\alpha}^2 \sigma^2}$$

Donde:

Parámetro	Denominación	Descripción
n	Número de muestras	Número de establecimientos
N	Universo	Número total de establecimientos disponibles en el periodo que se realiza el estudio, en este caso 113.
σ	Desviación Estándar	Desviación en relación a la media de valores x en un intervalo de valores menores y mayores a dicha media donde se encuentran los valores más probables. Cuando no se tenga información al respecto se asume como 0.25 el valor de Desviación Estándar.
α	Nivel de Significancia Estadística	Define la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando ésta es verdadera. En algunas situaciones es conveniente expresar el Nivel de Significación Estadística como $1 - \alpha$, tal es el caso del presente estudio. Ver Anexo 1.
$z_{1-\alpha}^2$	Nivel de Confianza	En la estadística poblacional generalmente se trabaja con un 90% de nivel de confianza, porcentaje para el cual $z_{1-\alpha}^2$ tiene un valor de 1.65, obtenido de las tablas estadísticas debidamente demostradas. Ver Anexo1.

E	Error Permissible	10% de la Generación Per Cápita (GPC) nacional actualizada a la fecha de ejecución del estudio, en este caso el promedio viene a ser 0.515, siendo el 10% 0.0515 para el año 2017. Ver Anexo 1.
----------	-------------------	---

Realizando los reemplazos de los valores respectivos en la fórmula estadística poblacional correspondiente, se tiene:

$$n = \frac{(1.65)^2 \times 113 \times (0.25)^2}{112 \times (0.0515)^2 + (1.65)^2 \times (0.25)^2} = 41.15$$

Considerando la fracción:

n = 42 establecimientos, tamaño de muestra de establecimientos

3.4 Métodos

El método de investigación que se adoptó obedeció a los objetivos propuestos, cual es el de explicar el impacto de la intensidad de segregación de residuos sólidos sobre el consumo de combustible y los costos de recolección, donde la variable independiente *intensidad de segregación de residuos sólidos* es la presunta causa, cuyos cambios controlados tienen un efecto directo en las variables dependientes *consumo de combustible* y *costos de recolección*, por consiguiente, las variables dependientes son los efectos que responden a los cambios de la variable independiente.

Estos cambios de la variable independiente *intensidad de segregación de residuos sólidos* tuvieron sus límites hasta un cierto margen en función a lo que permitieron los parámetros considerados en las variables dependientes *consumo de combustible* y *costos de recolección*. En tal sentido, estos parámetros fueron tratados teniendo en cuenta el enfoque cuantitativo de tipo correlacional a explicativo para un nivel de investigación aplicada que caracteriza al presente trabajo de investigación.

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

3.5.1 Descripción de variables analizadas en los objetivos específicos

Como información primaria, la presente investigación hizo uso del instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaró “Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios en el distrito de Huaró – Quispicanchi,”

divulgado el año 2016, el mismo que contiene información documentada y relevante, como son las encuestas realizadas, cuyas imágenes se adjuntan en los Anexos 5 y 6. Cabe señalar que las recomendaciones de las medidas antes mencionadas expresan textualmente que se recomienda realizar un programa de aislamiento en la fuente de los residuos sólidos domiciliarios. población. En este contexto, este estudio al abordar la segregación de residuos sólidos en la fuente, tiene como propósito dar a conocer su factibilidad dentro de los límites presupuestarios que el consumo de combustible y los costos de recolección de los residuos sólidos lo permitan.

En el instrumento en mención, una vez determinado el tamaño de viviendas y establecimientos a encuestar se precedió con el muestreo, donde se hizo uso del muestreo probabilístico de muestra aleatoria. Las encuestas fueron dirigidas hacia los jefes de hogar y encargados de los establecimientos disponibles e involucrados en Huaro, Urpay, Chucchi, Pucutu y Virgen Purificada, zonas de estudio del presente trabajo.

Se asumió como soporte metodológico para el desarrollo de la ejecución del presente trabajo de investigación el artículo indexado “Impact of source segregation intensity of solid waste on fuel consumption and collection costs”, relacionado a una ciudad italiana de tamaño medio y que en su estructura, parámetros y variables contempla aspectos parecidos a los del presente estudio en dos realidades totalmente diferentes, que no necesariamente admiten evaluaciones de error por comparación por tratarse de una realidad urbana frente a una urbana rural, con ubicaciones geográficas diametralmente opuestas, nivel de educación y manifestaciones socio culturales diferentes, entre otros. El estudio en referencia evalúa un modelo de simulación y una metodología dirigida a calcular el consumo de combustible y los costos de recolección como variables dependientes, en razón a la intensidad de segregación de residuos como variable independiente, tal como se puede observar en la Tabla 5.

Tabla 5*Intensidad de segregación en la fuente, consumo de combustible y costos de recolección*

Intensidad de segregación en la fuente	Consumo de combustible	Costos de recolección	Error
25 %	3.3 L/t	40 €/t	≤ 1.2
52 %	3.8 L/t	70 €/t	

Nota. Datos de Artículo Indexado de referencia Impact of source segregation intensity of solid waste on fuel consumption and collection costs.

En base a los intervalos de los valores de la intensidad de segregación, consumo de combustible y costos de recolección vistos en la Tabla 5, se obtuvieron por inferencia estadística y simulación comparada los valores correspondientes al presente estudio que se muestran en la Tabla 31.

En el contexto de todo lo planteado, el presente trabajo se adecuó a la metodología utilizada en el artículo indexado en mención, a través de métodos y técnicas que encaminaron sus averiguaciones hacia la consecución de los objetivos propuestos. “La metodología se apoya en los métodos como sus caminos y éstos en las técnicas como los pasos para transitar por esos caminos (Baena Paz, 2017).

3.5.2 Descripción del uso de materiales, equipos, instrumentos e insumos

La información primaria contenida en el instrumento “Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios en el distrito de Huaró – Quispicanchi”, divulgado el año 2016, sirvió como insumo principal para discernir, decidir, elegir y desarrollar el tema de investigación que se pone a consideración. Esta información contiene, además:

- Información documentada y relevante de las encuestas realizadas, cuyas imágenes de referencia se pueden observar en los Anexos 5 y 6.
- Relación de materiales, equipos, instrumentos, insumos, entre otros utilizados en el mencionado estudio, parte de los cuales se pueden observar detalladamente en el numeral 3.6.21 referente al análisis de costos.

Para los fines de actualización, replanteo y acondicionamiento de algunos aspectos relacionados al presente estudio se hizo uso de un equipo completo de estación total, un GPS navegador y de un vehículo para reconocimiento y seguimiento de rutas.

3.6 Descripción de parámetros

Siguiendo la metodología propuesta, en esta parte se procedió al tratamiento, procesamiento y análisis de datos de los aspectos directamente relacionados a los objetivos específicos del presente estudio, que señalan, en qué medida el consumo de combustible y los costos de recolección son impactados por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente, para que en seguida, una vez analizado el impacto, determinar en qué medida el consumo de combustible y los costos de recolección permiten, o no, la intensificación de la segregación de residuos sólidos en la fuente. En tal sentido, la estrategia a seguir según método trazado, obligó necesariamente a efectuar el análisis de los diferentes parámetros que conciernen al presente estudio, a fin de alcanzar de manera eficiente los objetivos trazados. A continuación, siempre en función a los objetivos específicos planteados, se describen y/o analizan cada uno de los parámetros que coadyuvaron a los propósitos del presente estudio.

3.6.1 Caracterización de residuos sólidos

3.6.1.1 Generación de residuos sólidos

Tabla 6

Generación total de residuos sólidos municipales

Generación de residuos sólidos	Generación diaria de residuos sólidos (kg/día)	Cantidades y tipos de generadores de residuos sólidos	Cantidad diaria de residuos sólidos por tipos de generadores	Sub total
No domiciliarios	1.92098	112 establecimientos	215.15 (kg/establecimientos/día)	406.41 kg/no domiciliarios/día
	11.30	04 barredores	45.2 (kg/barredores/día)	
	146.06	01 institución técnica superior (PNP Pucuto)	146.06 (kg/institución/día)	
Per cápita	0.38	3196 habitantes	1214.48 (kg/domiciliarios/día)	1214.48kg /domiciliarios/día
Generación total de residuos sólidos municipales				1620.89 (kg/día) 1.62 (t/día) 48.63 (t/mes) 583.52 (t/año)

Nota. Datos de del instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaró “Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios en el distrito de Huaró – Quispicanchi” – 2016.

3.6.1.2 Densidad y compactación de Residuos Sólidos

Tabla 7*Densidad y compactación de residuos sólidos*

Densidad y compactación	Valor
Densidad suelta promedio (kg/m ³)	161.72
Densidad de compactación promedio (kg/m ³)	325.28
Grado de compactación de residuos sólidos	2.01
Porcentaje de compactación	49.72%
Relación de compactación	1/2

Nota. Datos de del instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaru “Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios en el distrito de Huaru – Quispicanchi” – 2016.

Grado de compactación:

$$\frac{\text{Densidad compactada}}{\text{Densidad suelta}} = \frac{325.28}{161.72} = 2.01$$

Porcentaje de compactación:

$$\frac{161.72}{325.28} \times 100 = 49.72 \%$$

Relación de compactación:

$$\frac{161.72}{325.28} = 0.5 = \frac{1}{2}$$

Para mayores detalles sobre la densidad de residuos ver Anexo 2.

3.6.1.3 Humedad y cantidad de materia orgánica en residuos sólidos

Tabla 8*Humedad y cantidad de material orgánica en residuos sólidos*

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS		
Ensayos	Unidad	Resultados
Humedad	%	16.28
Cantidad de materia orgánica	%	15.17

Nota. Resultados emitidos por el Laboratorio Louis Pasteur S.R. Ltda. Cusco-Perú.

Más detalles al respecto en Anexo 4.

3.6.1.4 Composición física de los residuos sólidos municipales

En la Tabla 9 se observa la composición final de los residuos sólidos municipales, que resulta del promedio de los datos de la composición de los residuos domiciliarios y no domiciliarios, los mismos que se pueden ver en el Anexo 3.

Tabla 9

Composición física de residuos sólidos municipales

Tipo de residuos sólidos	% en peso
Materia orgánica	44.07%
Madera, follaje	6.54%
Papel	5.27%
Cartón	2.33%
Vidrio	2.80%
Plástico PET	2.77%
Plástico duro	3.39%
Bolsas	6.18%
Cartón multilaminado de leche y jugos (tetra pak)	0.37%
Tecnopor y similares	0.79%
Metal	2.40%
Telas, textiles	1.42%
Caucho, cuero, Jebe	0.41%
Pilas	0.11%
Restos medicinas, focos, etc.	0.54%
Residuos sanitarios	9.64%
Residuos inertes	10.97%
Otros (especificar)	0.00%
TOTAL	100.00%

Nota. Datos de del instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaru “Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios en el distrito de huaru – Quispicanchi” – 2016.

3.6.2 Manejo de residuos sólidos

El manejo de los residuos sólidos en el distrito de Huaru sigue los procedimientos del esquema presentado en la figura 4.

Figura 4.

Esquema de manejo de residuos sólidos municipales-Distrito de Huaró



Nota. Datos de del instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaró “Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios en el distrito de Huaró – Quispicanchi” - 2016.

3.6.2.1 Almacenamiento de residuos sólidos

Se ha identificado dos tipos de almacenamiento de residuos sólidos a nivel distrital.

- a. Almacenamiento intradomiciliario. Referido a los desechos generados en las viviendas.
- b. Almacenamiento extradomiciliario. Referidos a 112 establecimientos, 01 Institución Técnica Superior (PNP Pucuto), barrido de calles, y al almacenamiento en vías públicas con 13 recipientes metálicos de 70 litros de capacidad c/u distribuidos 10 en la plaza de armas y 03 en calles cercanas a ésta.

3.6.2.2 *Recolección y Transporte de Residuos Sólidos*

El servicio de recolección de residuos es brindado directamente por la municipalidad en la modalidad de administración directa a las localidades de Huaró, Urpay, Chucchi, Pucutu y Virgen Purificada. Ver encuesta al respecto en Anexos 5 y 6.

- a. *Personal de recolección y transporte.* El personal está compuesto por un chofer y dos ayudantes de recolección que además realiza funciones compartidas en el área de saneamiento. Cabe mencionar que los ayudantes solamente cuentan con indumentaria mínima consistente en sombreros y mamelucos provistos cada uno de un rastrillo y bolsas plásticas.
- b. *Cobertura del servicio.* La cobertura de recolección y transporte de residuos sólidos es del 86.5%, el que se sustenta en base a la capacidad operativa del vehículo de recolección
- c. *Método de recolección.* El método de recolección es de “parada fija”, preferentemente en las esquinas, previa comunicación a la población mediante el uso de campanas y perifoneo.
- d. *Vehículo de recolección y transporte.* El vehículo consistente en un camión compactador es de propiedad de la Municipalidad distrital de Huaró, exclusivamente para prestación del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos municipales y que en esencia consta de un compactador como elemento principal. El compactador del camión es una potente máquina cuya función principal es la de comprimir los residuos almacenados en una caja de hierro mediante un plato prensor hasta obtener un volumen significativamente más pequeño, permitiendo de esta forma la captación de mayor cantidad de residuos a transportar debido a la fuerza de presión que ejerce la máquina. Precisamente uno de los principales beneficios que da un compactador es la disminución del volumen de los residuos, proceso que optimiza tremendamente el transporte. Debido a la potencia de prensado, un compactador puede reducir el volumen de los residuos hasta una proporción de 5 a 1. (Recytrans, 2014). Este tipo de vehículo presenta las ventajas siguientes: reducción del costo del transporte y del tiempo de recolección de residuos; asimismo, la condición de la

caja hermética mejora las condiciones higiénicas, estéticas y de seguridad del servicio que presta.

- e. *Rutas y frecuencias de recolección.* La recolección se efectúa en tres rutas establecidas, siendo la frecuencia semanal o mensual según el número de usuarios.

3.6.2.3 Reaprovechamiento de Residuos Sólidos

La Subgerencia de Gestión Ambiental y Recursos Naturales de la Municipalidad Distrital de Huaro, realiza eventualmente, previo a la disposición final y en forma artesanal, acciones de reaprovechamiento de residuos sólidos en un área acondicionado para tal fin, el mismo que está ubicado en el botadero municipal denominado Wiracochan, Ver anexo 7. El personal está conformado por 04 trabajadores, los mismos que pertenecen al área de disposición final. En esta etapa se logra la recuperación de residuos sólidos inorgánicos potencialmente aprovechables y de la materia orgánica para la elaboración de compostaje.

- a. *Recuperación de residuos inorgánicos.* Se realizan eventualmente acciones de acopio de residuos inorgánicos que son almacenados en un lugar acondicionado en el área del botadero municipal, ver Anexo. Estos residuos son comercializados a intermediarios recicladores. Cabe indicar que los ingresos producto de la venta de dichos residuos no justifica ni garantiza la sostenibilidad de la actividad, pero sí genera mano de obra local y en alguna medida reduce la carga al botadero y por ende favorece su vida útil. La recuperación de los residuos inorgánicos al ser eventual no cuenta con el equipamiento necesario, tales como balanza, picadora, prensadora, entre otros. Como referencia, se observa la cantidad recuperada de residuos sólidos tal como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10*Recuperación de residuos inorgánicos*

Residuos inorgánicos Aprovechables	Cantidad (kg)	Precio Unitario (Soles/kg)	Ingresos (Soles)
Plástico PETT	896	0.45	403.20
Latas	411	0.20	82.20
Ojalata	16	0.70	11.20
Caucho	401	0.50	200.50
Fill	102	0.50	51.00
Cable	10	1.50	15.00
Chatarra	229	0.20	45.80
Papel	118	0.40	47.20
Aluminio	12	1.80	21.60
TOTAL	2,195		877.70

Nota. Datos de del instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaró "Estudio de caracterización de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios en el distrito de Huaró – Quispicanchi" - 2016.

- b. Recuperación de residuos orgánicos. Esta actividad es realizada en forma eventual y empírica, sin tomar en cuenta los indicadores y parámetros técnicos para la obtención de un producto de calidad; aun así, es considerado como un importante aporte a la disminución de la carga volumétrica del botadero e incremento de la vida útil del mismo. Los residuos orgánicos son separados previos al enterrado y soterrado haciendo uso de herramientas como rastrillos, palas y picos; ver Anexo 7. Una vez separado el material orgánico, se destina para la producción artesanal del compost obtenido por el método de descomposición de la materia orgánica por vía aeróbica, con alta presencia de oxígeno. Esta materia orgánica en forma de desechos se obtiene de compuestos de origen animal y vegetal como: restos de comida, frutas y verduras, aserrín, cáscaras de huevo, restos de café, trozos de madera, restos de poda de jardín, ramas, hojas, raíces, etc. El compost obtenido es utilizado en algunas actividades agrícolas y mayormente en mantenimiento de parques y jardines a nivel distrital; sin embargo, hasta la fecha no se ha logrado efectuar el seguimiento y/o cuantificación del volumen de producción de este producto. A pesar de los esfuerzos y aportes importantes por parte de la gestión integral de los residuos sólidos en el distrito de Huaró, se considera que las estrategias y aspectos técnicos del reaprovechamiento son realizados de forma eventual y artesanal, así que como no se dispone de personal con los conocimientos suficientes para desarrollar la actividad de manera técnica, ni del equipo e instalaciones adecuadas para este fin que permitan lograr los objetivos

de reducción, reutilización y reaprovechamiento, aspectos que en el momento son todavía inadecuados e insuficientes.

3.6.2.4 Disposición final de RRSS

El área de disposición final de residuos sólidos está ubicado en la zona denominada Hacienda Pata en las faldas del cerro Wiracochan a 2 km de la plaza de armas de la capital de distrito Huaru, en la ruta de la carretera Cusco – Urcos, desde donde se accede por trocha carrozable a la altura de la localidad Virgen Purificada, tal como se ve en las figuras de los Anexos 10, 11 y 12. Este botadero entró en funcionamiento el año 2008 y cuenta con un área aproximada de 0.65 hectáreas, el mismo que tiene una puerta provisional; el contorno del área de disposición final está cercado con alambre de púas; interiormente cuenta con locales de adobe con techo de tejas y piso de losa; destinados para el sector administrativo, así como para la selección y recuperación de residuos sólidos, dentro de ellos material segregado en la fuente; ver Anexo 7.

3.6.3 Segregación de residuos sólidos en la fuente

Segregación de residuos sólidos en la fuente indica la ejecución de esta actividad en los mismos lugares de origen, en este caso en los domicilios y en los establecimientos de la Municipalidad Distrital de Huaru.

Aun cuando existe la predisposición de un minoritario sector de la población en segregar, esta es todavía considerada como incipiente por el poco impulso que se le da y porque no existen programas de sensibilización al respecto. Por otro lado, siendo la segregación en la fuente el concepto fundamental de la variable independiente del presente trabajo, se priorizará fundamentos acordes a sus objetivos.

Los datos que a continuación se presentan provienen de la encuesta contenida en el instrumento “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaru –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaru, los mismos que dan algunas pautas que permiten visualizar el estado situacional en el que se encuentra esta importante fase del manejo de residuos sólidos en el distrito de Huaru. Ver Anexos 8 y 9.

Resumen de la encuesta:

- a. En viviendas:
 - No segrega 78.6%
 - Sí segrega 21.4 %
- b. En establecimientos:
 - No segrega 76.9 %
 - Sí segrega 23.1 %
- c. Promedio:
 - No segrega 77.75 %
 - Sí segrega 22.25 %

3.6.4 Rutas y frecuencias de recolección

Tabla 11

Rutas y frecuencias de recolección

Ruta	Zona	Recorrido	Frecuencia
Ruta 01	Huaro – Virgen Purificada - Botadero	Calles Bolívar, calle 2 de Mayo, calle Avenida, calle Miguel Grau, calle Espinar, Av. Huáscar, calle San Martín, calle Roberto Barrionuevo, calle Espinar (zona alta), calle Balnearios, calle Bolívar (zona alta), Av. Huáscar, localidad de Virgen Purificada - botadero	Martes y viernes: 6.00 a 9.00 horas 14.00 a 16:00 horas
Ruta 02	<i>Pucuto – Huaro – Virgen Purificada - botadero</i>	Vía Urcos – Cusco, localidad de Pucutu, vía Cusco – Urcos, Botadero	1ra y 3ra semana de cada mes Miércoles de 6.00 a 9.00 horas
Ruta 03	Huaro – Urcos – Chucchi - Botadero	Carretera Huaro – Urcos, localidad de Chucchi - botadero	2do martes de cada mes 10.00 a 13:00 horas

Nota. Fuente recopilada en la Municipalidad Distrital de Huaro. Las imágenes de estas rutas están expuestas en los Anexos 10, 11 y 12.

3.6.5 Frecuencia por ruta de recolección y transporte de residuos sólidos

En base a la programación de la frecuencia por ruta de recolección y transporte efectuada por la gestión de residuos sólidos del distrito de Huaro, se elaboró la Tabla 12.

Tabla 12

Frecuencia por ruta de recolección y transporte de residuos sólidos

Ruta	Frecuencia de recolección y transporte	h/día	h/semana	h/mes	h/año
01	Martes:				
	6.00 a 9.00 horas	03	05	20	240
	14.00 a 16:00 horas	02			
	Viernes:				
02	6.00 a 9.00 horas	03	05	20	240
	14.00 a 16:00 horas	02			
	1ra semana de cada mes				
	Miércoles de 6.00 a 9.00 horas	03		03	36
03	3ra semana de cada mes				
	Miércoles de 6.00 a 9.00 horas	03		03	36
	2do martes de cada mes				
	10.00 a 13:00 horas	03		03	36
Totales				49	588

Nota. Datos adaptados del “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

Tabla 13

Ciclos por ruta de recolección y transporte de residuos sólidos

Ruta	Frecuencia de recolección y transporte	h/semana	h/mes	h/año	Ciclos/año
01	Martes (5 horas), viernes (5horas)	10	40	480	96
02	1ra semana de cada mes (3 horas)		06	72	24
	3ra semana de cada mes (3 horas)				
03	2do martes de cada mes 3 horas		03	36	12
Total				588	132

Nota. Datos adaptados del “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

En la Tabla 13 el número de ciclos cerrados para cada una de las tres rutas se obtienen del número de horas por ciclo contenidas en el número de horas por año, así por ejemplo para la ruta 01:

$$(480 \text{ h/año}) / (05 \text{ h/ciclo}) = 96 \text{ ciclos/año}$$

$$96 \text{ ciclos/año} \times 05 \text{ h/ciclo} = 480 \text{ h/año}$$

3.6.6 Residuos sólidos transportados por día y por ruta de recogida

La recolección de Residuos Sólidos Municipales (RSM) se organiza actualmente con servicio diario en 3 rutas (Tabla 14). Los residuos recogidos se descargan directamente en el botadero de disposición final.

Tabla 14

Residuos sólidos transportados por día y por rutas de recogida

Rutas de recogida	t/día
01	1.32
02	0.20
03	0.10
Total	1.62

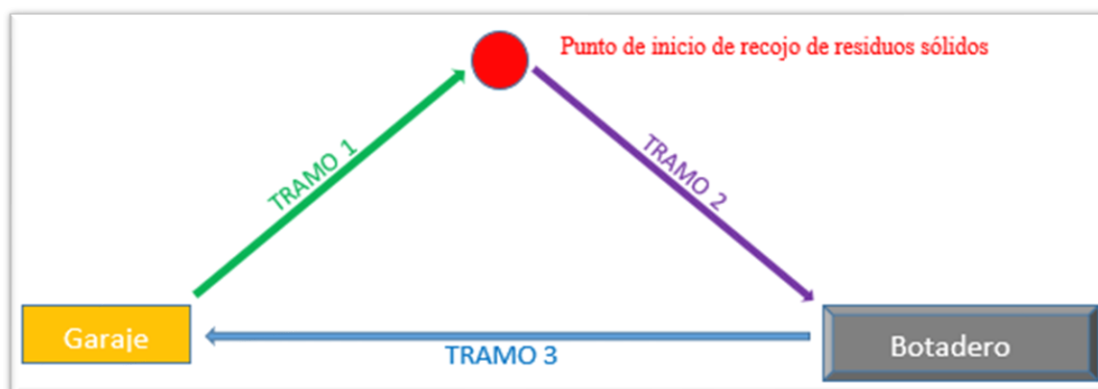
Nota. Datos adaptados del “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

- 1.62 t/día representa la generación total de residuos sólidos por día. Ver Tabla 6.
- En la ruta 02, de las 0.20 t/día recogidas, 0.146 t pertenecen a la Institución de la PNP Pucuto y solamente 0.054 t a los residuos de ruta.

3.6.7 Tramos de rutas de recojo de residuos sólidos

Figura 5.

Tramos de rutas de recojo de residuos sólidos



Nota. Elaboración propia.

Cada una de las tres rutas de recojo de residuos están conformadas por 03 tramos, tal como se esboza en la Figura 5.

3.6.8 Distancias por tramos y rutas de recolección y transporte

La Tabla 15 permite observar las distancias de cada uno de los tres tramos de las tres rutas de recolección y transporte de los residuos sólidos municipales en el distrito de Huaró.

Tabla 15

Distancias por tramos y rutas de recolección y transporte

Ruta	Tramo 1: Garaje - Punto Inicio de recojo de residuos sólidos municipales (km)	Tramo 2: Punto de Inicio de recojo de residuos sólidos municipales - Botadero (km)	Tramo 3: Botadero - Garaje (km)	Distancias por ruta de recolección y transporte (km)
01	0.142	4.171	2.18	6.493
02	2.235	4.253	2.18	8.668
03	5.29	6.657	2.18	14.127

Nota. Datos adaptados de: “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

3.6.9 Distancias totales por rutas de recolección y transporte

Tabla 16

Distancias totales por rutas de recolección

Ruta	Distancia (km)	Distancia total por ruta de recolección y transporte (km/ciclo) considerando regresos con respecto al garaje ¹	Ciclos/año	km/año
01	6.493	12.986	96	1246.656
02	8.668	17.336	24	416.064
03	14.127	28.254	12	339.048
Total				2001.768

Nota. Datos adaptados de: “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

¹ Se consideran las distancias de regreso con respecto al garaje, por lo que se opta aproximadamente el doble de la distancia por ruta en km.

3.6.10 Tiempos de recolección por ruta

Tabla 17

Tiempos de recolección por Ruta

Ruta	Número de puntos de recolección de residuos	Tiempos de recogida por puntos de recolección (Horas)	Tiempos de recolección por ruta (Horas)
01	33	0.137	4.521
02	23	0.108	2.484
03	19	0.117	2.223

Nota. Datos adaptados de: “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

3.6.11 Tiempos totales por ruta de recolección

Tabla 18

Tiempos totales por ruta de recolección

Ruta	Tiempos de recolección por ruta (Horas)	Tiempos de circulación por ruta (Horas)	Tiempos de traslado y recolección por ruta (Horas)
01	4.521	0.3985	4.9195
02	2.484	0.3794	2.8634
03	2.223	0.5219	2.7449

Nota. Datos adaptados de: “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

3.6.12 Distancias, tiempos y velocidades por rutas de recolección

En seguida se tienen las distancias, tiempos y velocidades por tramo para cada ruta de recolección y transporte.

Tabla 19

Distancias totales, tiempos totales y velocidades medias por ruta

Ruta	Distancia total de ruta (km)	Tiempo de circulación por ruta (Horas)	Velocidad media (km/h)
01	6.493	0.3985	16.29
02	8.668	0.3794	22.85
03	14.127	0.5219	27.07

Nota. Datos adaptados de: “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

La velocidad en la ruta 02 alcanza aproximadamente hasta 22.85 km/h, se explica porque casi todo el trayecto se realiza sobre la pista asfaltada Cusco – Arequipa con puntos de recolección bastante separadas que permiten tal incremento de la velocidad.

3.6.13 Capacidad de transporte del camión compactador

Según la Tabla 11, Rutas y Frecuencias de Recolección, se observa que la totalidad de recolección y transporte en forma cíclica se completa en el periodo de un mes. Asimismo, las figuras de los Anexos 10, 11 y 12 muestran los planos de las tres rutas que se siguen para cubrir la recolección total de los residuos sólidos en el ámbito distrital de Huaro. Con estos datos y otros expuestos con anterioridad se calculará la capacidad de transporte del camión compactador:

Ruta 01

$$\text{Viajes por mes} = \frac{2 \text{ viajes}}{\text{día}} \times \frac{2 \text{ días}}{\text{semana}} \times 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} = \frac{16 \text{ viajes}}{\text{mes}}$$

Ruta 02

$$\text{Viajes por mes} = \frac{2 \text{ viajes}}{\text{mes}}$$

Ruta 03

$$\text{Viajes por mes} = \frac{1 \text{ viajes}}{\text{mes}}$$

$$\text{Total viajes por mes} = \frac{19 \text{ viajes}}{\text{mes}}$$

$$\text{Generación total de residuos sólidos} = 1.62 \text{ t/día} \quad (\text{Ver Tabla 6}).$$

$$\text{Densidad suelta promedio} = 0.16 \text{ t/m}^3 \quad (\text{Ver Tabla 7}).$$

Volumen total de residuos sólidos generados por día: $10.06 \text{ m}^3/\text{día}$

$$= \frac{\text{Peso}}{\text{Densidad suelta}} = \frac{1.62 \text{ TM/día}}{0.16 \text{ TM/m}^3} = 10.13 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Volumen total de residuos sólidos generados por mes: $303.9 \text{ m}^3/\text{mes}$

$$= 10.13 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \times 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 303.9 \frac{\text{m}^3}{\text{mes}}$$

Capacidad de tolva de camión de transporte = 8 m^3

$$\text{volumen transportado por camión por mes} = \frac{19 \text{ viajes}}{\text{mes}} \times \frac{8 \text{ m}^3}{\text{viaje}} = \frac{152 \text{ m}^3}{\text{mes}}$$

Este dato de 152 m³ representa un volumen no compactado. Teniendo en cuenta las características del camión compactador con el que cuenta la Municipalidad Distrital de Huaro, se hace referencia a lo siguiente: “Estos vehículos están equipados con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y un dispositivo de compresión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos” (Szantó, Zepeda, & Civallero).

En base a esta afirmación, en el presente estudio, considerando cautelosamente la reducción de los residuos solamente de 3 a 1, el volumen de un camión compactador de 8 m³ de capacidad sería reducida a 2.66 m³ según la siguiente relación:

$$\frac{3}{1} = \frac{8}{2.66}$$

Por consiguiente, un camión compactador de 8m³ de capacidad estaría transportando en un solo viaje el equivalente a 3 veces su capacidad, o sea 24 m³.

$$\frac{3}{1} = \frac{8}{2.66} = \frac{24}{8}$$

Por tanto:

$$\text{Capacidad de transporte del camión compactador por mes} = \frac{19 \text{ viajes}}{\text{mes}} \times \frac{24 \text{ m}^3}{\text{viaje}} = \frac{456 \text{ m}^3}{\text{mes}}$$

Bajo este mismo criterio, para el caso de un factor de compactación de 1:2 se tendría:

$$\frac{2}{1} = \frac{8}{4} = \frac{16}{8}$$

$$\text{Capacidad de transporte del camión compactador por mes} = \frac{19 \text{ viajes}}{\text{mes}} \times \frac{16 \text{ m}^3}{\text{viaje}} = \frac{304 \text{ m}^3}{\text{mes}}$$

Sin tomar en cuenta factores de compactación se tiene:

$$\text{Capacidad de transporte del camión compactador por mes} = \frac{19 \text{ viajes}}{\text{mes}} \times \frac{8 \text{ m}^3}{\text{viaje}} = \frac{152 \text{ m}^3}{\text{mes}}$$

Estos resultados indican que:

Si se tiene como demanda recolectar y transportar un volumen total de residuos sólidos de 303.9 m³/mes y siendo la oferta de un camión compactador la capacidad de recolectar y transportar de 456 m³/mes para un factor de compactación de 1:3; entonces se puede fácilmente inferir que la demanda es ampliamente superada por la oferta.

Teniendo en cuenta el factor de compactación 1:2, la capacidad de transporte del camión compactador tendría como oferta trasladar 304 m³/mes de residuos frente a los 303.9 m³/mes que exige la demanda, similitud de resultados que implica tomar en cuenta este factor como el más adecuado en la operatividad del traslado y recolección de residuos.

En base a estas razones, sería innecesario exigir el rendimiento del compactador hasta relaciones de compactación mayores a 1:2 porque se traduciría en bajar aún más el factor de utilización del vehículo recolector de residuos, por consiguiente, elevar los costos de recolección.

Por lo tanto, con el camión compactador que cuenta actualmente la Municipalidad Distrital de Huaro, se puede cubrir holgadamente el 100 % de las actividades operacionales referentes al recojo y transporte de residuos sólidos dentro de su jurisdicción, mejor aún, teniendo en cuenta su especificación técnica de “habilidad de pendiente máxima de 44.6 %” que le permite cubrir zonas de pendiente marcada en algunos casos hasta el 22.6 % en los alrededores del distrito.

3.6.14 Factor de utilización de vehículo recolector de residuos

Según Di María & Micale (2013), en el artículo indexado Impact of source segregation intensity of solid waste on fuel consumption and collection costs que sirve de referencia al presente trabajo, la determinación del factor de utilización del vehículo de recogida de residuos FUVRR está relacionada directamente al sistema de compactación del que dispone el camión de recojo de los residuos sólidos, desde este punto de vista el procedimiento de cálculo es el siguiente:

$$WCVUF = \frac{\text{Collected_waste (m}^3\text{)}}{\text{WCV (m}^3\text{)/compaction_ratio}} \times 100 (\%)$$

Traduciendo:

$$FUVRR = \frac{\text{Residuos recolectados (m}^3\text{)}}{\text{Vehículo recolector de residuos (m}^3\text{)/Relación de compactación}} \times 100 (\%)$$

$$\text{Relación de compactación} = \frac{\text{Densidad suelta promedio}}{\text{Densidad compactada promedio}} = \frac{160.53 \text{ Kg/m}^3}{325.28 \text{ Kg/m}^3} = 0.5$$

$$\text{Generación total de residuos sólidos} = 1.62 \text{ t/día} \quad (\text{Ver Tabla 6})$$

$$\text{Densidad suelta promedio} = 0.16 \text{ t/m}^3 \quad (\text{Ver Tabla 7})$$

$$\text{Volumen de residuos recolectados por día} = \frac{1.62 \text{ TM/día}}{0.16 \text{ TM/m}^3} = 10.13 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$FUVRR = \frac{10.13 \text{ (m}^3\text{)}}{8 \text{ (m}^3\text{)/0.5}} \times 100 (\%) = 62 \% = \text{Factor de utilización de vehículo recolector de residuos para una relación de compactación 1:2.}$$

Cabe aclarar que esta relación 1:2 se puede obtener mediante pruebas manuales, relacionando las densidades suelta y compacta. Ver Tabla 7.

Teniendo en cuenta la capacidad de compresión del camión compactador, según Szantó, Zepeda y Civallero (1997) “Estos vehículos están equipados con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y un dispositivo de compresión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos” (p.40). Por consiguiente, tomando las relaciones de compactación de $1/5=0.2$ y $1/3=0.33$ se tendrían como factores de utilización del vehículo recolector los siguientes:

$$FUVRR = \frac{10.13 \text{ (m}^3\text{)}}{8 \text{ (m}^3\text{)/0.33}} \times 100 (\%) = 41.8 \%$$

$$FUVRR = \frac{10.13 \text{ (m}^3\text{)}}{8 \text{ (m}^3\text{)/0.2}} \times 100 (\%) = 25.3 \%$$

Estas relaciones permiten observar que si se acrecienta la compactación el factor de utilización se reduce, esto implica mayor consumo de combustible e incremento de los costos de recolección que implican mayores costos de operación y mantenimiento del vehículo compactador. Al respecto, en el Artículo Indexado “Impact of source segregation intensity of solid waste on fuel consumption and collection costs” que sirve de referencia para el presente estudio se sostiene:

El aumento del consumo de combustible y los costos de recolección dependen de la densidad de los residuos recolectados, de la relación de compactación del vehículo de recogida y del factor de utilización del vehículo de recogida de residuos. En particular, una reducción de aproximadamente el 50% del factor de utilización del vehículo de recogida de residuos puede dar lugar a un aumento medio de aproximadamente el 80% en el consumo de combustible y el 100% en los costos de recogida o recolección (Di María y Micale, 2013).

3.6.15 Índices operacionales de vehículo recolector de residuos

La disponibilidad mecánica para las tres rutas es:

$$DM = \frac{\text{Tiempo total} - \text{tiempo de mantenimiento}}{\text{Tiempo total}} \times 100 = \frac{8 - 1}{8} \times 100 = 88 \%$$

El tiempo disponible es la cantidad de tiempo establecida para que el trabajo sea hecho. Este tiempo no considera pausas para descanso y cualquier parada preestablecida, como mantenimiento programado, pausas para dar instrucciones, etc.

El tiempo de operación es la cantidad de tiempo utilizada por el camión en su objetivo de traslado y recolección de residuos sólidos.

Ruta 01

Tiempo disponible TD = 5 horas

Tiempo de operación = tiempo de traslado y recolección = 4.9195 horas

Tiempo de detención por interferencias = Tiempo disponible – Tiempo de operación

$$TDI = TD - TO = 5 \text{ horas} - 4.9195 \text{ horas} = 0.0805 \text{ horas}$$

Ruta 02

Tiempo disponible TD = 03 horas

Tiempo de operación = tiempo de traslado y recolección = 2.8634 horas

Tiempo de detención por interferencias = Tiempo disponible – Tiempo de operación

$$TDI = TD - TO = 3 \text{ horas} - 2.8634 \text{ horas} = 0.1366 \text{ horas}$$

Ruta 03

Tiempo disponible TD = 03 horas

Tiempo de operación = Tiempo de traslado y recolección = 2.7449 horas

Tiempo de detención por interferencias = Tiempo disponible – Tiempo de operación

$$TDI = TD - TO = 3 \text{ horas} - 2.7449 \text{ horas} = 0.2551 \text{ horas}$$

Tabla 20

Resumen de índices operacionales de vehículo recolector de residuos

<i>Ruta</i>	<i>TD (Horas)</i>	<i>TO (Horas)</i>	<i>DM (%)</i>
<i>01</i>	<i>5</i>	<i>4.9195</i>	<i>88</i>
<i>02</i>	<i>3</i>	<i>2.8634</i>	<i>88</i>
<i>03</i>	<i>3</i>	<i>2.7449</i>	<i>88</i>

Nota. Elaboración propia en base a datos proporcionados por la Municipalidad Distrital de Huaro.

3.6.16 Consumo de combustible

En base a la tabla 18, relacionado a tiempos totales por ruta de recolección, se obtiene la tabla 21 tomando en cuenta los tiempos de recolección, circulación y de interferencias en función al número de ciclos, para un año.

Tabla 21

Horas por año en función a los ciclos por año y a los tiempos de recolección, circulación y de interferencias

Ruta	Tiempos de recolección por ruta (Horas)	N° de ciclos durante un año	Tiempos de recolección por el número de ciclos durante un año (horas)	Tiempos de circulación por ruta (Horas)	N° de ciclos durante un año	Tiempos de circulación por el número de ciclos durante un año (horas)	Tiempos por interferencias (Horas)	N° de ciclos durante un año	Tiempos de interferencias por el número de ciclos durante un año (horas)	Horas por año
01	4.521	96	434.016	0.3985	96	38.256	0.0805	96	7.728	480
02	2.484	24	59.616	0.3794	24	9.1056	0.1366	24	3.2784	72
03	2.223	12	26.676	0.5219	12	6.2628	0.2551	12	3.0612	36
Total			520.31			53.62			14.07	588

Nota. Elaboración propia en base a datos facilitados por la Municipalidad Distrital de Huaro.

Adecuando estos datos se tiene las horas totales para un año en función a los tiempos de recolección, circulación y de interferencias. Ver Tabla 22.

Tabla 22

Horas por año en función a los tiempos de recolección, circulación y de interferencias

Ruta	Tiempos de recolección por el número de ciclos durante un año (horas)	Tiempos de circulación por el número de ciclos durante un año (horas)	Tiempos de interferencias por el número de ciclos durante un año (horas)	Horas por año
01	434.016	38.256	7.728	480
02	59.616	9.1056	3.2784	72
03	26.676	6.2628	3.0612	36
Total	520.31	53.62	14.07	588

Nota. Elaboración propia en base a datos facilitados por la Municipalidad Distrital de Huaro.

Para el consumo de combustible en galones por hora se recurrió al estudio hecho por los Ingenieros Mecánicos en Automotriz Pachacama y Simbaña para un camión Hino 500, similar al presente estudio, cuyos resultados se pueden ver en el Anexo 14.

Para sostener estos resultados, los mencionados investigadores parten de unas pruebas hechas para una distancia de recorrido de 10 km a la velocidad de 90 km/h.

Cabe manifestar que el camión Hino 500 alcanza hasta una velocidad máxima de 89 km/h según información de catálogos de especificaciones técnicas. Se toma en cuenta este pico ante cualquier eventualidad que exija tal velocidad.

Con los datos de 10 km recorridos por el camión a una velocidad de 90 km/h se calcula el tiempo que dura la prueba:

$$Tiempo = \frac{Distancia}{Velocidad} = \frac{10 \text{ km}}{90 \text{ km/h}} = 0.11 \text{ horas}$$

Para la conversión de los datos de kilogramos a litros se utilizó un convertidor en línea, cuya imagen se presenta en el Anexo13.

Con los datos obtenidos se muestra la Tabla 23.

Tabla 23

Consumo de combustible en contenido masa (kg) y volumen (galones)

Consumo de combustible (Kilogramos)	Consumo de combustible (Litros)	Consumo de combustible (Galones)	Tiempo (Horas)
1.40	1.63	0.43	0.11
1.35	1.57	0.41	0.11
1.35	1.57	0.41	0.11
1.30	1.51	0.40	0.11
Promedios		0.41	0.11

Nota. Elaboración propia en base a datos extraído del estudio “Evaluación del Consumo de Combustible de un Camión con la Implementación de un Deflector de Aire” hecho por los Ingenieros Mecánicos en Automotriz Pachacama y Simbaña.

La Tabla 23 indica que para una prueba de 0.11 horas el camión consume 0.41 galones de combustible, por consiguiente para una hora consumirá 3.73 galones, del mismo modo para 588 horas, que es el total de horas disponibles para un año, el camión consumirá 2193.24 galones para operación completa.

0.11 horas ----- 0.41 galones

1 hora ----- 3.73 galones

$$\text{Consumo anual de combustible} = 3.73 \frac{\text{Gal}}{\text{Hora}} * 588 \frac{\text{Horas}}{\text{Año}} = 2193.24 \frac{\text{Galones}}{\text{Año}}$$

Para avalar el consumo horario de combustible de $3.73 \frac{\text{gal}}{\text{hora}}$, en el Anexo 14, “Referencia de combustible en galones por hora” se presenta resultados para condiciones similares de este estudio.

En la Tabla 24 se considera este dato, así como los que corresponden a las fases de ralentí con el consumo de 0.5 gal/h y a la de operación de la caja compresora con el consumo de 0.95 gal/h, ambos correspondientes al tiempo de recolección.

Tabla 24

Consumo total de combustible para un año para camión sin accionamiento del sistema compactador

Ruta	Tiempos por ruta	Fases de recolección	Horas por año		Consumo de combustible (gal/h)	Consumo de combustible gal/año	
Ruta 1	Tiempo disponible		480				
	Tiempo de circulación			38.26	3.73	142.71	
	Tiempo de recolección	Ralentí			434.01	0.50	217.01
		Operación de caja compresora		434.01		0.95	412.61
	Tiempo por interferencias			7.73	0.50	3.87	
Ruta 2	Tiempo disponible		72				
	Tiempo de circulación			9.10	3.73	33.94	
	Tiempo de recolección	Ralentí			59.62	0.50	29.81
		Operación de caja compresora		59.62		0.95	56.68
	Tiempo por interferencias			3.28	0.50	1.64	
Ruta 3	Tiempo disponible		36				
	Tiempo de circulación			6.26	3.73	23.35	
	Tiempo de recolección	Ralentí			26.68	0.50	13.34
		Operación de caja compresora		26.68		0.95	25.36
	Tiempo por interferencias			3.06	0.50	1.53	
Totales			588	588.00		961.85	

Nota. Elaboración propia en base a datos facilitados por la Municipalidad Distrital de Huaró.

El resultado final de consumo anual de combustible que es de 961.85 gal/año se asume para el trabajo operativo del camión sin tomar en cuenta el accionamiento del sistema compactador de la caja compactadora, considerando sólo las operaciones de colocación y acomodo de los residuos, con un consumo aproximado de combustible de 0.95 gal/h, tal como se mencionó en el párrafo anterior. Ver Tabla 24.

Se asume esta posición de no accionamiento del sistema compactador, con la finalidad de representar la relación de compactación 1:1 para residuos no compactados, en función a las relaciones de compactación 1:2, 1:3 y 1:5.

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), un camión comercial típico puede desperdiciar medio galón de combustible diésel por hora mientras está parado. En los tiempos de recolección se contempla el consumo de combustible como 0.5 galones por hora, pues mientras se realizan las operaciones relacionadas a la recolección de residuos el camión permanecerá siempre en estado de ralentí. En este estado se asume que el camión no accionará su sistema de compactación de residuos y sólo se limitará a operar su sistema de recolección y colocación de residuos en el espacio de la caja compactadora, lo que demandará un consumo aproximado de combustible de 0.95 gal/h.

En los tiempos de interferencia, donde no siempre el camión compactador está con el motor apagado, se contempla como consumo 0.5 galones por hora. Como compensación para esos tiempos de motor apagado se contemplan las horas matutinas de calentamiento del motor y las que correspondan a las operaciones de frenado y reinicio de puesta en movimiento del camión compactador.

Si se toma en cuenta la capacidad de compresión del camión compactador, según Szantó et al. (1997) “Estos vehículos están equipados con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y un dispositivo de compresión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos”. Por consiguiente tomando los factores de compactación 1/1, para residuos no compactados, y, 1/2 = 0.5, 1/3=0.33, 1/5=0.2 para residuos compactados, se tendrían los siguientes factores de utilización del vehículo recolector de residuos FUVRR, los mismos que fueron tratados en el numeral 3.6.19:

$$FUVRR = \frac{10.13 (m^3)}{8 (m^3)/1} \times 100 (\%) = 126.63 \%$$

$$FUVRR = \frac{10.13 (m^3)}{8 (m^3)/0.5} \times 100 (\%) = 63.31 \%$$

$$FUVRR = \frac{10.13 (m^3)}{8 (m^3)/0.33} \times 100 (\%) = 41.8 \%$$

$$FUVRR = \frac{10.13 (m^3)}{8 (m^3)/0.2} \times 100 (\%) = 25.3 \%$$

En particular, una reducción de aproximadamente el 50% del factor de utilización del vehículo de recogida de residuos puede dar lugar a un aumento medio de

aproximadamente el 80% en el consumo de combustible y el 100% en los costos de recogida o recolección. (Di María y Micale, 2013).

Según esta afirmación, en la Tabla 25 se observa, que si se acrecientan los factores de compactación los factores de utilización se reducen, lo que implica el incremento del consumo de combustible desde 961.85 hasta 2193.24 gal/año.

Tabla 25

Consumo total de combustible para un año (gal/año) en función a tiempos de circulación, recolección e interferencias por ruta

Factor de compactación	Factor de utilización del vehículo recolector de residuos FUVRR (%)	Porcentaje de Reducción del FUVRR (%)	Incremento proporcional en función a la reducción del FUVRR (%)	Incremento del consumo de combustible en función al FUVRR (%)	Consumo de combustible de camión sin considerar la compactación (gal/año)	Incremento de consumo de combustible en función al FUVRR (gal/año)
1	126.63				961.85	
1/2	63.31	63.32	50.00	80.00		1731.33
1/3	41.80	84.83	66.99	107.18		1992.7
1/5	25.30	101.33	80.01	128.02		2193.2

Nota. Elaboración propia en base a datos facilitados por la Municipalidad Distrital de Huaro.

Operacionalización:

$$126.63 - 63.31 = 63.32 \quad 126.63 - 41.80 = 84.83 \quad 126.63 - 25.30 = 101.33$$

$$(6332/ 126.63) = 50 \quad (8483/126.63) = 66.99 \quad (101.33/126.63) = 80$$

$$961.85 \times 0.8 = 769.48 \quad 769.48 + 961.85 = 1731.33$$

$$961.85 \times 1.0718 = 1030.91 \quad 1030.91 + 961.85 = 1992.7$$

$$961.85 \times 1.2802 = 1231.36 \quad 1231.36 + 961.85 = 2193.2$$

Según Di María y Micale (2013) una reducción del 50% del factor de utilización del vehículo de recogida de residuos puede dar un incremento del 80% en el consumo de combustible, entonces un 66.99% dará un incremento de 107.18% en el consumo de combustible y un 80.01% dará un incremento de 128.016 %.

3.6.17 Costo anual de combustible

Tomando como referencia el costo anual de combustible para el caso de residuos sin compactar se tendría:

$$\text{Costo anual de combustible: } 961.85 \frac{\text{gal}}{\text{año}} \times \frac{15.5 \text{ Soles}}{\text{gal}} = 14,908.675 \frac{\text{Soles}}{\text{año}}$$

Con el mismo criterio se tienen los resultados de la Tabla 26.

Tabla 26

Costo anual por consumo de combustible

Factor de compactación	Consumo de combustible gal/año	Costo Soles/gal	Costo Anual Soles/año
1	961.85	15.5	14,908.675
1:2	1731.33	15.5	26,835.615
1:3	1992.73	15.5	30,887.315
1:5	2193.24	15.5	33,995.22

Nota. Elaboración propia en base a datos facilitados por la Municipalidad Distrital de Huaro.

Estos costos anuales se utilizarán en el análisis de costos para los diferentes factores de compactación.

Para avalar los resultados de los costos anuales en Soles por concepto de consumo de combustible, en el Anexo 14 se acompaña el consumo mensual de un camión de similares características al del presente estudio, donde el costo mensual es de 3268 Soles que al año vendría a ser 39,216 Soles.

En los acápites correspondientes a la capacidad de transporte del camión compactador y al consumo de combustible, se demostró que con un factor de compactación 1:2 la capacidad de transporte del camión tendría como oferta trasladar 304 m³/mes de residuos frente a los 303.9 m³/mes que exige la demanda, resultados que demuestran la posibilidad de cumplir con las exigencias de traslado y recolección.

3.6.18 Presupuesto asignado

Teniendo en cuenta los datos proporcionados en la página de Consulta Amigable del Ministerio de Economía y Finanzas, se logra identificar los presupuestos asignados en materia de gestión de residuos sólidos, el mismo que presenta un aparente crecimiento anual con niveles de ejecución presupuestal por encima del 85%, de acuerdo al siguiente cuadro:

Debido a que el presupuesto asignado es fluctuante para cada año, ver Tabla 27, se considerará el promedio que es de 119,055.5 Soles, el mismo que servirá como referencia para los fines del presente estudio.

Tabla 27

Presupuesto anual – Gestión de residuos sólidos

Años	PIM ²	Ejecución (S/.)	% Ejecución
2011	69,519.00	67,376.00	96.92%
2012	205,910.00	189,085.00	91.83%
2013	95,434.00	91,505.00	95.88%
2014	125,538.00	112,960.00	89.98%
2015	121,682.00	122,079.00	100.33%
2016	96,250.00	93,353.00	96.99%

Nota. Fuente: Consulta Amigable – MEF

3.6.19 Análisis de costos

Todo el procedimiento sobre análisis de costos está efectuado en el entorno Excel.

Tabla 28

Análisis de costos para residuos compactados en razón 1:2

PROYECTO		IMPACTO DE LA INTENSIDAD DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS SOBRE EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LOS COSTOS DE RECOLECCIÓN				
ESPECÍFICA DE GASTOS		GASTOS GENERALES				
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - PERSONAL		S/. 66360.3				
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - BIENES		S/. 47786.47				
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - SERVICIOS		S/. 11400				
TOTAL GASTOS GENERALES		S/. 125546.77				
		DESAGREGADO DEL PRESUPUESTO ANALÍTICO				
		GASTOS GENERALES				
PERSONAL - REMUNERACIONES		S/. 66360.3				
1.00 RETRIBUCIONES COMPLEMENTARIAS-CONTRATOS A PLAZO FIJO		S/. 50400				
1.01 JORNAL DEL EMPLEADO EVENTUAL		S/. 50400				
CARGO		N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
CHOFER		1	1	12	1800	21600
AYUDANTE		2	1	12	1200	28800
TOTAL						50400
2.00 OBLIGACIONES DEL EMPLEADOR		S/. 5760.3				
2.01 ESSALUD (9%)		S/. 4,914.00				
DEL EMPLEADO EVENTUAL						
CARGO		N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
CHOFER		1.00	1.00	12.00	175.50	2,106.00
AYUDANTE		2.00	1.00	12.00	117.00	2,808.00
TOTAL						4,914.00
2.02 SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO (1.55%)		S/. 846.30				
DEL EMPLEADO EVENTUAL						
CARGO		N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
CHOFER		1.00	1.00	12.00	30.23	362.70
AYUDANTE		2.00	1.00	12.00	20.15	483.60
TOTAL						846.30
3.00 GASTOS VARIABLES Y OCASIONALES		S/. 8,400.00				
3.01 BENEFICIOS (COMPENSACION POR TIEMPO DE SERVICIOS CTS)		S/. 4,200.00				
DEL EMPLEADO EVENTUAL						
CARGO		N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
CHOFER		1.00	1.00	12.00	150.00	1,800.00
ASISTENTE TÉCNICO DE OBRA		2.00	1.00	12.00	100.00	2,400.00
TOTAL						4,200.00
3.02 VACACIONES TRUNCAS		S/. 4,200.00				
DEL EMPLEADO EVENTUAL						
CARGO		N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
CHOFER		1.00	1.00	12.00	150.00	1,800.00
ASISTENTE TÉCNICO DE OBRA		2.00	1.00	12.00	100.00	2,400.00
TOTAL						4,200.00
4.00 AGUINALDOS Y GRATIFICACIONES		S/. 1,800.00				
4.01 AGUINALDOS POR FIESTAS PATRIAS Y NAVIDAD		S/. 1,800.00				
DEL EMPLEADO EVENTUAL						
CARGO		N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
CHOFER		1.00	1.00	12.00	600.00	600.00
ASISTENTE TECNICO DE OBRA		2.00	1.00	12.00	600.00	1,200.00
TOTAL						1,800.00
BIENES		S/. 47,786.47				
1.00 VESTUARIO Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD		S/. 7,404.00				
1.01 VESTUARIO		S/. 7,404.00				

² Presupuesto Institucional modificado

DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL	
CASCOS DE PROTECCIÓN TIPO 3M COLOR BLANCO	UND	6.00	40.00	240.00	
RESPIRADO ESPECIAL PARA LIMPIEZA PÚBLICA	UND	6.00	80.00	480.00	
CHALECOS REFLECTIVOS	UND	12.00	82.00	984.00	
GUARDA POLVOS DE TRABAJO	UND	10.00	90.00	900.00	
CASACAS IMPERMEABLES	UND	6.00	150.00	900.00	
OBEROL Y/O MAMELUCOS	UND	10.00	90.00	900.00	
ZAPATOS PUNTA DE ACERO TIPO CAT	PAR	10.00	300.00	3,000.00	
TOTAL				7,404.00	
2.00 COMBUSTIBLE					S/. 26,835.62
2.01 COMBUSTIBLE					S/. 26,835.62
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL	
PETRÓLEO DIESEL	GLN	1,731.33	15.50	26,835.62	
TOTAL				26,835.62	
3.00 EQUIPOS Y MOBILIARIO					S/. 9,425.00
3.01 EQUIPOS					S/. 9,425.00
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL	
COMPUTADORA PERSONAL CORELI7	UND	1.00	3,665.00	3,665.00	
IMPRESORA A COLOR MULTIFUNCIONAL TINTA CONTINUA	UND	1.00	1,150.00	1,150.00	
ESCRITORIO MELANINE 3 CAJONES	UND	1.00	380.00	380.00	
SILLA PARA ESCRITORIO	UND	1.00	290.00	290.00	
ARCHIVADOR MELANINE 4 GAVETAS	UND	1.00	800.00	800.00	
SILLAS DE PLÁSTICO	UND	10.00	28.00	280.00	
PIZARRA ACRÍLICA 1.20x0.90	UND	1.00	200.00	200.00	
FOTOCOPIADORA	UND	1.00	2,500.00	2,500.00	
MEMORIA USB 8 GB	UND	4.00	40.00	160.00	
TOTAL				9,425.00	
4.00 BIENES DE CONSUMO					S/. 4,121.85
4.01 MATERIALES DE ESCRITORIO					S/. 4,121.85
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL	
TINTA	KIT	4.00	150.00	600.00	
FOLDER A-4 CON FASTENER (FILE)	UND	200.00	1.00	200.00	
FOLIADOR	UND	2.00	45.00	90.00	
MICAS	PQT	20.00	7.00	140.00	
POSIT CUADRADO DE COLORES	PQT	2.00	8.00	16.00	
ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-5 PEQUEÑO	UND	30.00	5.00	150.00	
CINTA DE EMBALAJE DE 1"	UND	10.00	3.00	30.00	
GRAPAS	CJA	10.00	3.00	30.00	
LAPIZ TÉCNICO CON PORTAMINAS	UND	4.00	5.00	20.00	
FRANELA ROJA	MTS	20.00	7.00	140.00	
CLIP PEQUEÑO POR 100 UND	CJA	4.00	1.50	6.00	
JEUGO DE REGLAS DE 30 CM	JGO	1.00	15.00	15.00	
VINIFÁN TAMAÑO OFICIO	UND	7.00	5.00	35.00	
TIEJERA GRANDE	UND	2.00	5.00	10.00	
CLIP TIPO MARIPOSA GRANDE POR 50 UND	CJA	3.00	10.00	30.00	
FOLDER PLASTIFICADO A-4	UND	10.00	4.50	45.00	
TABLERO DE PLÁSTICO A-4	UND	10.00	8.69	86.85	
ORGANIZADORES DE PAPEL DE 3 NIVELES ACRILICO	UND	2.00	20.00	40.00	
TINTA PARA TAMPÓN COLOR NEGRO	UND	3.00	5.00	15.00	
TINTA PARA TAMPÓN COLOR AZUL	UND	3.00	5.00	15.00	
BOLIGRAFO TINTA LÍQUIDA DE 12 UND	CJA	1.00	36.00	36.00	
ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-4	UND	24.00	6.00	144.00	
BORRADOR BR40	UND	4.00	1.00	4.00	
CD DISCO COMPACTO GRABABLE	CJA	1.00	60.00	60.00	
CINTA MASKING X 1/2"	UND	4.00	5.50	22.00	
CORRECTOR	UND	6.00	5.00	30.00	
CUADERNO 50 HOJAS	UND	6.00	1.50	9.00	
CUADERNO PARA CONTROL DE ALMACEN	UND	4.00	45.00	180.00	
CUADERNO DE ACTAS	UND	2.00	40.00	80.00	
CUADERNO ESPIRALADO TAMAÑO A4 200 HJAS	UND	10.00	10.00	100.00	
CUTER GRANDE	UND	2.00	8.00	16.00	
ENGRAMPADOR GRANDE INDUSTRIAL	UND	2.00	40.00	80.00	
ENGRAMPADOR TIPO ALICATE	UND	1.00	50.00	50.00	
PERFORADOR	UND	1.00	50.00	50.00	
FASTENERX50 UND	CJA	4.00	6.00	24.00	
LAPICERO AZUL/NEGRO 033 FABER CASTELL	CJA	1.00	20.00	20.00	
PAPEL BOND 80 GR A-4	MLL	20.00	25.00	500.00	
PARTES DIARIOS MAQUINARIA 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00	250.00	
NOTAS ENTRADA DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00	250.00	
NOTAS DE SALIDAS DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00	250.00	
TARJETAS VISIBLES DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	PQT	2.00	50.00	100.00	
PEGAMENTO EN BARRA	UND	2.00	4.50	9.00	
PLUMONES DELGADOS FC 45	UND	6.00	0.50	3.00	
PLUMON INDELEBLE GRUESO DIFER. COLORES	CJA	4.00	5.00	20.00	
REPUESTOS PARA PORTAMINAS	UND	4.00	3.00	12.00	
RESALTADOR	UND	2.00	4.50	9.00	
SELLO DE OFICINA	UND	4.00	25.00	100.00	
TOTAL				4,121.85	
SERVICIOS					S/. 11,400.00
1.00 OTROS SERVICIOS					S/. 11,400.00
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL	
SOAT	UND	1.00	150.00	150.00	
INSPECCION TÉCNICA	UND	1.00	250.00	250.00	
SEGUROS CONTRA ACCIDENTES	UND	3.00	800.00	2,400.00	
MANTENIMIENTO PERIÓDICO CAMIÓN COMPACTADOR	UND	2.00	1,200.00	2,400.00	
LLANTAS	UND	6.00	800.00	4,800.00	
FILTROS	UND	2.00	200.00	400.00	
ACEITES	MES	2.00	500.00	1,000.00	
TOTAL				11,400.00	
TOTAL GASTOS GENERALES					S/. 125,546.77

Nota. Elaboración propia en base a datos facilitados por la Municipalidad Distrital de Huaró.

El Análisis de costos para residuos compactados en razón 1:2, expuesto en la Tabla 28, demandará un consumo de combustible de 1731.33 galones por año, ver tabla 25, que en términos de costos significa 26,835.615 Soles/año, ver Tabla 26. Este monto conjuntamente con los demás costos dará el costo total de 125,546.77 Soles/año por concepto de recolección y transporte de residuos sólidos. Ver Tabla 29.

Como referencia se presenta sólo el análisis de costos para residuos compactados a razón de 1:2, los correspondientes a las razones de compactación 1, 1:3 y 1:4, relevantes, pero demasiado extensos para ser incluidos en el cuerpo de este acápite, están expuestos en los Anexos 15, 16 y 17.

3.6.19.1 Resumen de análisis de costos

Tabla 29

Resumen de análisis de costos

Factor de compactación	Consumo de combustible por año (gal/año)	Costo de combustible por año (Soles/año)	Costo general de recolección por año (Soles/año)
1	961.85	14,908.68	113619.83
1:2	1731.33	26,835.62	125,546.77
1:3	1,992.73	30,887.3	129,598.47
1:5	2193.24	33,995.22	132,706.37

Nota. Elaboración propia en base a datos facilitados por la Municipalidad Distrital de Huaró.

3.6.20 Aplicación de la prueba estadística inferencial

- El presente análisis inferencial se efectúa en base a los datos del artículo indexado que se toma como referencia y que propone como intervalo de consumo de combustible desde 3.3 L/t hasta 3.8 L/t para las correspondientes intensidades de segregación de 25% hasta el 52%, ver tabla 31, cuyo desarrollo se efectúa en el entorno EXCEL aplicando funciones estadísticas.

- Conociendo la generación total de residuos consistente en 583.52 t/año y el costo total de recolección de los residuos que es de 125,546.77 Soles/año, para un trabajo de compactación de 1:2 del camión compactador, se puede inferir:

583.52 t	-----	125,546.77 Soles
1 t	-----	215.15 Soles

- Lo que indica el costo de recolección de 215.15 Soles/t. Tomando la cotización del Euro como 4.01 Soles, se tendrá un equivalente de 53.65 € /t.
- Conociendo la generación total de residuos consistente en 583.52 t/año y consumo anual de combustible Diesel que es de 1731.33 gal/año, para un trabajo de compactación de 1:2 del camión compactador, se puede inferir:

583.52 t	-----	1731.33 galones
1 t	-----	2.97 galones
- Como se puede observar en el resumen del numeral 3.6.9 relacionado a la segregación de residuos se tiene que en viviendas segrega el 21.4% y en establecimientos el 22.25 %, haciendo un promedio de 22.25%.
- Con respecto a los cálculos estadísticos en el entorno Excel se describen y se toman en cuenta los aspectos afines al presente trabajo de investigación.
- Los intervalos conocidos en estadística como segmentos se dan para cada lugar centesimal de 0.01. (3.30, 3.31, 3.32, etc., hasta 3.80).
- La desviación estándar es de 0.15. La desviación estándar es la medida de dispersión más común, que indica qué tan dispersos están los datos alrededor de la media, para lo cual se resta y se suma este valor para tener los límites del intervalo donde se encontrarán los valores más probables del consumo de combustible en función a la intensidad de segregación de residuos en la fuente. Ver Figuras 6.
- La distribución normal o distribución de probabilidad más alta, con un valor de 2.68, lo tiene el promedio o la media que es de 3.55 L/t. Ver Figura 6.
- Las demás variables como porcentaje de intensidad en la fuente y costos de recolección se hacen proporcionalmente en función a estos intervalos o segmentos centesimales, de donde en función a la Tabla 31 y a la Figura 6, se puede inferir estadísticamente y por simulación comparada los incrementos en los resultados de consumo de combustible y costos de recolección para el caso del Distrito de Huaro, motivo de la presente investigación. Ver Tabla 30.

Tabla 30

Intensidad de segregación-consumo de combustible-costos de recolección

<i>Intensidad de segregación en la fuente (%)</i>	<i>Consumo de combustible (gal/t)</i>	<i>Costos de recolección (€/t)</i>
22.25	2.97	53.65
27.65	3.07	59.65
35.75	3.22	68.65
43.85	3.37	77.65
49.25	3.47	83.65

Nota. Elaboración propia (1 galón = 3.785 litros, 1 Euro = 4.01 Sol peruano).

3.6.20.1 Prueba estadística inferencial

Tabla 31

Tabla estadística inferencial

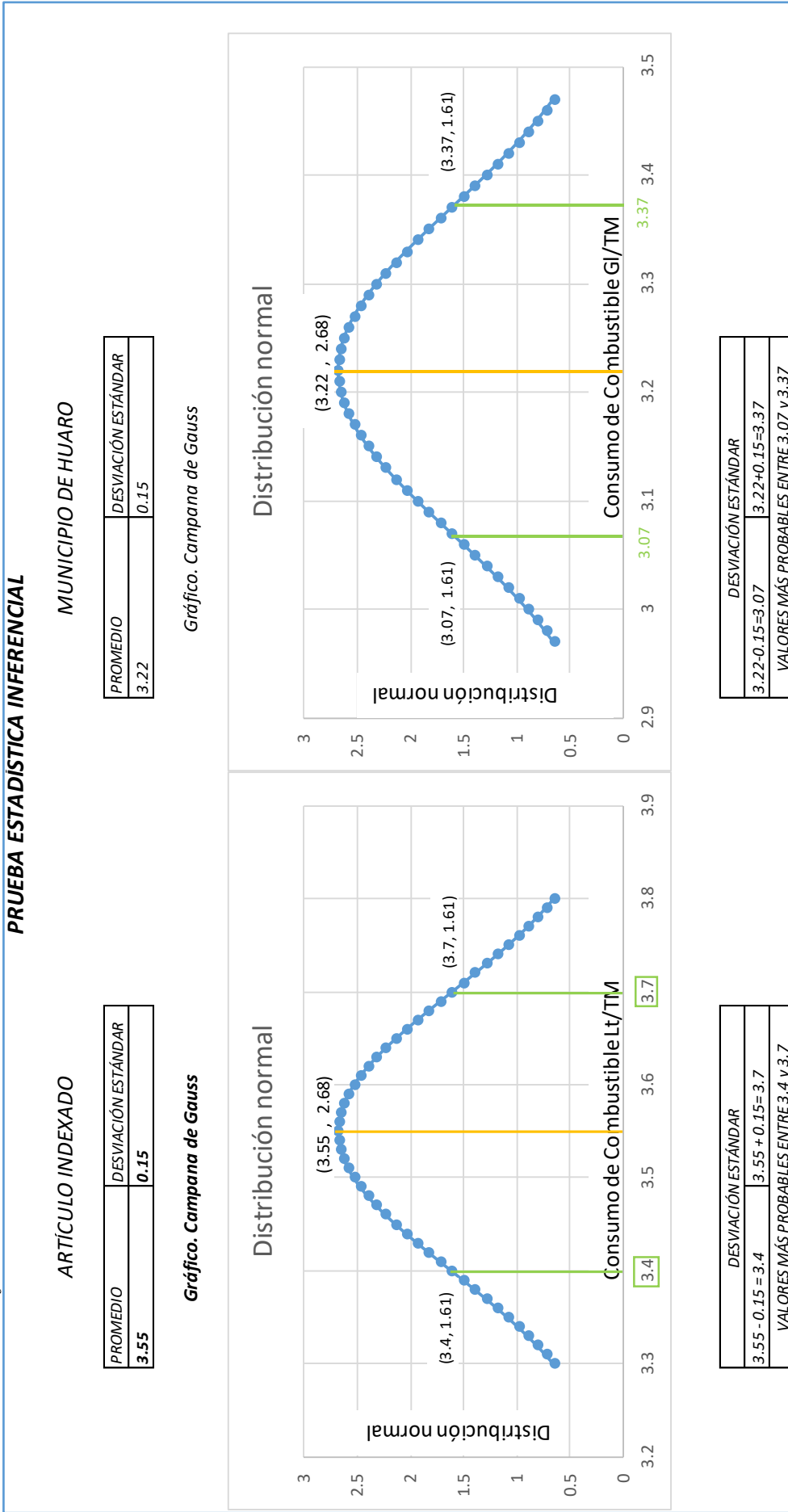
PRUEBA ESTADÍSTICA INFERENCIAL									
ARTÍCULO INDEXADO (Di María & Micale)					MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARO				
Consumo de combustible (L/TM)	Distribución normal	Intensidad de segregación (%)	Costos de recolección (€/TM)	Consumo de combustible (G/TM)	Distribución normal	Intensidad de segregación (%)	Costos de recolección (€/TM)	Consumo de combustible (G/TM)	Intensidad de segregación (%)
3.3	0.65254391	25	40	2.97	0.65254391	22.25	53.65	2.97	22.25
3.31	0.72904697	25.54	40.6	2.98	0.72904697	22.79	54.25	2.98	22.79
3.32	0.810841828	26.08	41.2	2.99	0.810841828	23.33	54.85	2.99	23.33
3.33	0.897742211	26.62	41.8	3	0.897742211	23.87	55.45	3	23.87
3.34	0.989468593	27.16	42.4	3.01	0.989468593	24.41	56.05	3.01	24.41
3.35	1.08564353	27.7	43	3.02	1.08564353	24.95	56.65	3.02	24.95
3.36	1.185788816	28.24	43.6	3.03	1.185788816	25.49	57.25	3.03	25.49
3.37	1.289324745	28.78	44.2	3.04	1.289324745	26.03	57.85	3.04	26.03
3.38	1.395571695	29.32	44.8	3.05	1.395571695	26.57	58.45	3.05	26.57
3.39	1.503754201	29.86	45.4	3.06	1.503754201	27.11	59.05	3.06	27.11
3.4	1.613007628	30.4	46	3.07	1.613007628	27.65	59.65	3.07	27.65
3.41	1.722387463	30.94	46.6	3.08	1.722387463	28.19	60.25	3.08	28.19
3.42	1.830881163	31.48	47.2	3.09	1.830881163	28.73	60.85	3.09	28.73
3.43	1.937422433	32.02	47.8	3.1	1.937422433	29.27	61.45	3.1	29.27
3.44	2.040907672	32.56	48.4	3.11	2.040907672	29.81	62.05	3.11	29.81
3.45	2.140214287	33.1	49	3.12	2.140214287	30.35	62.65	3.12	30.35
3.46	2.234220468	33.64	49.6	3.13	2.234220468	30.89	63.25	3.13	30.89
3.47	2.321825946	34.18	50.2	3.14	2.321825946	31.43	63.85	3.14	31.43
3.48	2.401973218	34.72	50.8	3.15	2.401973218	31.97	64.45	3.15	31.97
3.49	2.473668665	35.26	51.4	3.16	2.473668665	32.51	65.05	3.16	32.51
3.5	2.536002991	35.8	52	3.17	2.536002991	33.05	65.65	3.17	33.05
3.51	2.588170375	36.34	52.6	3.18	2.588170375	33.59	66.25	3.18	33.59
3.52	2.629485793	36.88	53.2	3.19	2.629485793	34.13	66.85	3.19	34.13
3.53	2.659399986	37.42	53.8	3.2	2.659399986	34.67	67.45	3.2	34.67

3.54	2.677511608	37.96	54.4	3.21	2.677511608	35.21	68.05
3.55	2.683576184	38.5	55	3.22	2.683576184	35.75	68.65
3.56	2.677511608	39.04	55.6	3.23	2.677511608	36.29	69.25
3.57	2.659399986	39.58	56.2	3.24	2.659399986	36.83	69.85
3.58	2.629485793	40.12	56.8	3.25	2.629485793	37.37	70.45
3.59	2.588170375	40.66	57.4	3.26	2.588170375	37.91	71.05
3.6	2.536002991	41.2	58	3.27	2.536002991	38.45	71.65
3.61	2.473668665	41.74	58.6	3.28	2.473668665	38.99	72.25
3.62	2.401973218	42.28	59.2	3.29	2.401973218	39.53	72.85
3.63	2.321825946	42.82	59.8	3.3	2.321825946	40.07	73.45
3.64	2.234220468	43.36	60.4	3.31	2.234220468	40.61	74.05
3.65	2.140214287	43.9	61	3.32	2.140214287	41.15	74.65
3.66	2.040907672	44.44	61.6	3.33	2.040907672	41.69	75.25
3.67	1.937422433	44.98	62.2	3.34	1.937422433	42.23	75.85
3.68	1.830881163	45.52	62.8	3.35	1.830881163	42.77	76.45
3.69	1.722387463	46.06	63.4	3.36	1.722387463	43.31	77.05
3.7	1.613007628	46.6	64	3.37	1.613007628	43.85	77.65
3.71	1.503754201	47.14	64.6	3.38	1.503754201	44.39	78.25
3.72	1.395571695	47.68	65.2	3.39	1.395571695	44.93	78.85
3.73	1.289324745	48.22	65.8	3.4	1.289324745	45.47	79.45
3.74	1.185788816	48.76	66.4	3.41	1.185788816	46.01	80.05
3.75	1.08564353	49.3	67	3.42	1.08564353	46.55	80.65
3.76	0.989468593	49.84	67.6	3.43	0.989468593	47.09	81.25
3.77	0.897742211	50.38	68.2	3.44	0.897742211	47.63	81.85
3.78	0.810841828	50.92	68.8	3.45	0.810841828	48.17	82.45
3.79	0.72904697	51.46	69.4	3.46	0.72904697	48.71	83.05
3.8	0.65254391	52	70	3.47	0.65254391	49.25	83.65

Nota. Elaboración propia

Figura 6.

Prueba Estadística Inferencial



Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- El material de segregación en la fuente forma parte de los 1620.89 kilogramos de residuos sólidos municipales generados por día. Por tanto, los cálculos para obtener resultados se efectuaron para el conjunto de estos materiales, desestimando por cuestiones lógicas tratamientos aislados que implicarían mayores consumos de combustible y costos de recolección, teniendo en cuenta que el área de disposición final de residuos sólidos está ubicado a 2 km de la plaza de armas de la capital de distrito Huaró, con acceso por trocha carrozable; lugar donde se procede con la selección y recuperación de los residuos segregados en la fuente en locales destinados para este fin. ver Anexo 7.
- En muchos casos, las simulaciones del artículo indexado que sirve de referencia al presente estudio, en una realidad urbana de un sector de Italia, no coinciden con la realidad urbano rural del Distrito de Huaró; pero sí muchas de las inferencias del mencionado artículo fueron tomadas en cuenta considerando la calidad de su información.
- Para iniciar este capítulo se elaboró la Tabla 32, en base a resultados debidamente demostrados y presentados como resúmenes en tablas y figuras elaboradas a través del desarrollo del presente estudio.

Tabla 32

Incremento del consumo de combustible y de los costos de recolección por aumento del factor de compactación.

Factor De compactación	Capacidad de transporte del camión compactador (m ³ /mes)	Factor de utilización de vehículo recolector de residuos (%)	Incremento del consumo de combustible (gal/año)	Costo asumido de combustible Diesel (Soles/gal)	Costo anual de combustible Soles/año	Costo total de recolección y transporte por año (Soles/año)
1	152	126.63	961.85	15.5	14,908.675	113,619.83
1:2	304	62	1,731.33	15.5	26,835.615	125,546.77
1:3	456	41.8	1,992.73	15.5	30,887.315	129,598.47
1:5	760	25.3	2,193.24	15.5	33,995.22	132,706.37

Nota. Elaboración propia. Los resultados están debidamente demostrados a través del desarrollo del presente estudio.

- En la Tabla 32 se puede observar el incremento del consumo de combustible a medida que el factor de compactación de los residuos sólidos aumenta, con los efectos de disminución del factor de utilización del vehículo recolector, mientras que su capacidad de transporte aumenta. En este contexto, evidentemente que los costos de recolección y transporte se incrementan.
- Si se acrecienta el factor de compactación, la densidad de los residuos sólidos aumenta demandando mayores procesos operativos que se traducen en los costos de operación.
- Asimismo, ante el incremento del factor compactación el factor de utilización se reduce originando tiempos muertos sin producción y en contraposición a las horas operativas programadas, las que serán asumidas por la gestión municipal de residuos sólidos en desmedro de los costos de recolección de residuos.

El aumento del consumo de combustible y los costos de recolección dependen de la densidad de los residuos recolectados, de la relación de compactación del vehículo de recogida y del factor de utilización del vehículo de recogida de residuos. En particular, una reducción de aproximadamente el 50% del factor de utilización del vehículo de recogida de residuos puede dar lugar a un aumento medio de aproximadamente el 80% en el consumo de combustible y el 100% en los costos de recolección. (Di María y Micale, 2013).

- En lo que respecta a los costos anuales de recolección, se discute el incremento hasta un 100% tal como sostienen Di María y Micale. No coincide con la realidad del presente estudio por las razones de tiempos muertos expuestos y por el exiguo presupuesto asignado a la municipalidad, 119,000 Soles anuales, monto limitado y fijo del que depende y al que deben ajustarse los efectos de los costos derivados de los factores de compactación y utilización.
- La capacidad de transporte del camión compactador se eleva a medida que aumentan los factores de compactación. Si se toma en cuenta la capacidad de compresión del camión compactador, según Szantó et al., (1997), “Estos vehículos están equipados con una caja compactadora que dispone de una tolva para la carga de los residuos y un dispositivo de compresión que permite reducir entre 3 y 5 veces el volumen de los residuos”, por tanto, la capacidad de transporte del camión compactador aumenta en función a estas reducciones de volumen.
- El resultado de consumo anual de combustible de 961.85 gal/año se asume para el trabajo operativo del camión, sin tomar en cuenta el accionamiento del sistema compactador de la caja compactadora. Este estado, que representa la relación de compactación 1:1, para

residuos no compactados, servirá como término de referencia y comparación para los factores de compactación 1:2, 1:3 y 1:5.

- Si se tiene como demanda recolectar y transportar un volumen total de residuos sólidos de 303.9 m³/mes, y teniendo como oferta del camión compactador de la municipalidad de Huaro la capacidad de recolectar y transportar 304 m³/mes, trabajando con un factor de compactación 1:2; entonces se infiere que la oferta cumple con la demanda exigida. Ante esta situación, no es prudente exigir el rendimiento del compactador hasta relaciones de compactación superiores, como son 1:3, 1:5, pues implicaría bajar aún más el factor de utilización del camión compactador elevando el consumo de combustible y los costos de recolección.
- Por tanto, viendo el resumen de análisis de costos en la Tabla 29, lo recomendable es que el camión compactador trabaje con el factor de compactación 1:2, por ser el más ajustado al promedio del presupuesto anual asignado que es de 125,546.77 soles. Mayores grados de compactación implicarían costos muy por encima del mencionado presupuesto.
- El trabajo operativo del camión sin compactar es de 113,619.83 Soles/año, cercano al presupuesto asignado de 119,000/año. Asimismo, sin tomar en cuenta factores de compactación, la oferta del camión compactador sería de 152 m³/mes frente a la demanda de 303.9 m³/mes, hecho que permite desechar esta alternativa porque implicaría mayor número de viajes con el consiguiente incremento del consumo de combustible y los costos de recolección
- En este contexto, el presente estudio toma como referencia el factor de compactación 1:2, porque permite cumplir con la demanda de recolección de residuos y con los costos acordes al presupuesto municipal.
- Se debe tomar en cuenta que esta simulación es tomando en cuenta un factor de compactación de solamente 1:2 para el camión compactador, Di María & Micale (2013), en el artículo indexado “IMPACT OF SOURCE SEGREGATION INTENSITY OF SOLID WASTE ON FUEL CONSUMPTION AND COLLECTION COSTS” que sirve de referencia al presente trabajo, evaluaron, con la ayuda de un modelo de simulación, el consumo de combustible y los costos de recolección de los desechos sólidos de una ciudad italiana de tamaño mediano.

Se simularon escenarios de intensidad de segregación en la fuente (ISF) del 25%, 30%, 35% y 52%. Los resultados mostraron un aumento en el promedio de combustible consumido por los vehículos de recolección que pasó aproximadamente

de 3,3 L/tonelada para una intensidad del 25% de segregación en la fuente a aproximadamente 3,8 L/tonelada para una intensidad de segregación en la fuente del 52%. Los costos directos de recolección, incluyendo la tripulación y la compra del vehículo, oscilaron entre aproximadamente 40 € / tonelada y 70 € / tonelada, respectivamente, para una intensidad de segregación en la fuente del 25% y 52%. (Di María y Micale, 2013).

Lo manifestado se puede resumir de la forma siguiente:

Intensidad de segregación en la fuente	Consumo de combustible	Costos de recolección
25 %	3.3 L/t	40 €/t
52 %	3.8 L/t	70 €/t

- Estos datos sirven como parámetros de comparación con los datos obtenidos en el presente estudio a través de la inferencia estadística contenida en la Tabla 31, los mismos que dan como resultados:

Intensidad de segregación en la fuente	Consumo de combustible	Costos de recolección
22.25 %	2.97 gal/t	53.65€/t
49.25 %	3.47L/t	83.65€/t

- En base a estos parámetros, se tomarán en cuenta los datos de las líneas resaltadas en la Tabla 31 de la prueba estadística inferencial, como son los datos iniciales y finales, el promedio y a las desviaciones estándar, de donde se obtendrá la Tabla 33 y la Figura 7.

Tabla 33

Intensidad de segregación, consumo de combustible y costos de recolección-Huaro.

<i>Intensidad de segregación en la fuente (%)</i>	<i>Consumo de combustible (gal/t)</i>	<i>Costos de recolección (€/t)</i>	<i>Costos de recolección (Soles/t)</i>
22.25	2.97	53.65	215.15
27.65	3.07	59.65	239.20
35.75	3.22	68.65	275.29
43.85	3.37	77.65	311.38
49.25	3.47	83.65	335.44

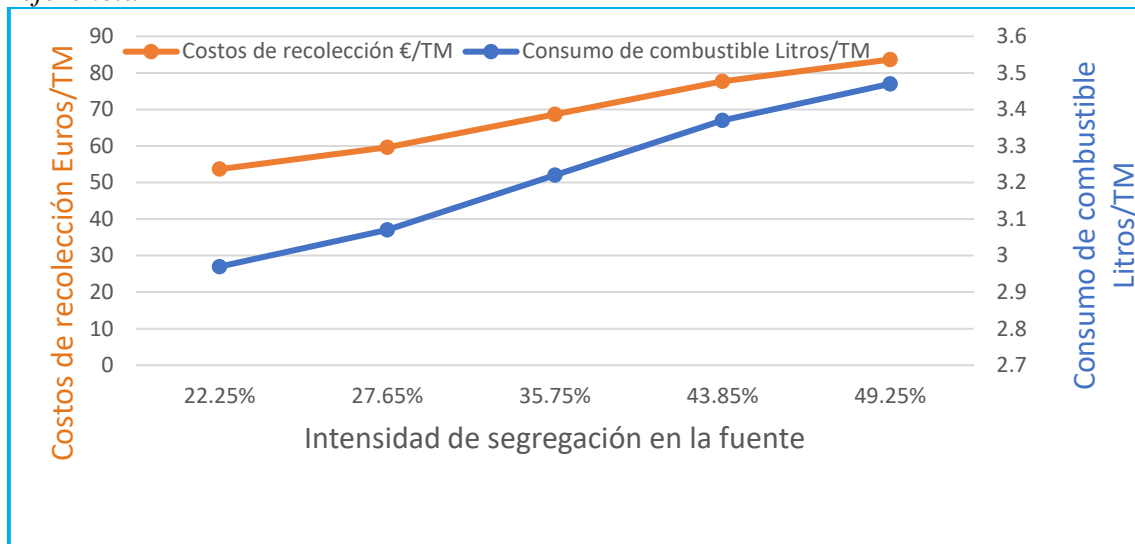
Nota. Fuente propia.

- En la Figura 7 se observa que el consumo de combustible y los costos de recolección aumentan en función a la intensidad de segregación en la fuente, teniendo como variable independiente la intensidad de segregación de residuos sólidos y como variables dependientes el consumo de combustible y los costos de recolección.
- Para la misma cantidad de residuos sólidos a recolectar y trasladar, 583.52 t/año, con los consumos de combustible en gal/t y con los costos de recolección y traslado en Soles/t

para los diferentes niveles de intensidad, se tendrán los incrementos de consumo de combustible y de los costos en gal/año y Soles/año respectivamente.

Figura 7.

Impacto de la intensidad de segregación en la fuente según artículo indexado de referencia



Nota. Elaboración propia en base a los datos del artículo indexado “Impact of source segregation intensity of solid waste on fuel consumption and collection costs”.

Tabla 34

Incrementos de consumo de combustible y de recolección y transporte de residuos por aumento de Intensidad de segregación en la fuente.

Intensidad de segregación en la fuente (%)	Consumo de combustible (gal/t)	Generación total de residuos a recolectar y trasladar (t/año)	Incremento del Consumo anual de combustible por el aumento de la intensidad en la fuente (gal/año)	Costos de recolección (Soles/t)	Generación total de residuos a recolectar y trasladar (t/año)	Incremento anual de los costos de recolección por el aumento de la intensidad de segregación en la fuente (Soles/año)
22.25	2.97	583.52	1731.33	215.15	583.52	125,546.77
27.65	3.07	583.52	1791.41	239.20	583.52	139,577.98
35.75	3.22	583.52	1878.93	275.29	583.52	160,637.22
43.85	3.37	583.52	1966.46	311.38	583.52	181,696.46
49.25	3.47	583.52	2024.81	335.44	583.52	195,735.95

Nota. Elaboración propia.

Relaciones utilizadas en la Tabla 34:

583.52 t ----- 1,731.33 galones
1 t ----- 2.96704 galones

583.52 t ----- 125,546.77 Soles
1 t ----- 215.15418 Soles

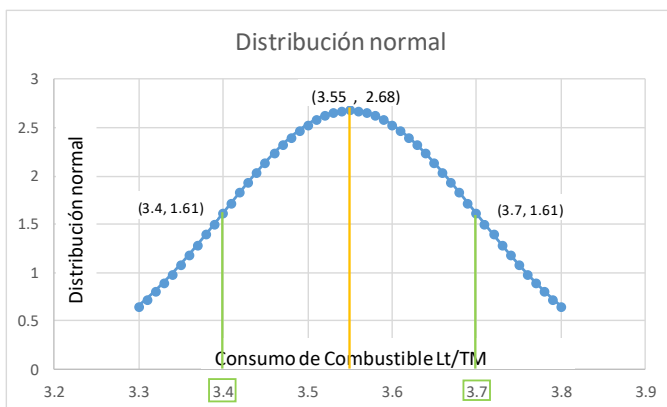
- A medida que el grado de intensidad de segregación de residuos en la fuente sube, los costos se elevan considerablemente, hasta niveles inalcanzables para el presupuesto asignado a la municipalidad de Huaro que es de 119,000 Soles.
- El asunto se pone más difícil para factores que impliquen mayor compactación de residuos, en vista de que los montos se alejarán aún más del presupuesto asignado anualmente.
- En este contexto, el impacto de la intensidad de segregación de residuos sólidos sobre el consumo de combustible y los costos de recolección se hace muy evidente, teniendo en cuenta los exiguos presupuestos ante los objetivos de optimización de la segregación de residuos que se quiere lograr.
- Según la prueba estadística inferencial, cuya reproducción de la Figura 6 se representa en la presente imagen:

PRUEBA ESTADISTICA INFERENCIAL

ARTÍCULO INDEXADO

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
3.55	0.15

Gráfico. Campana de Gauss

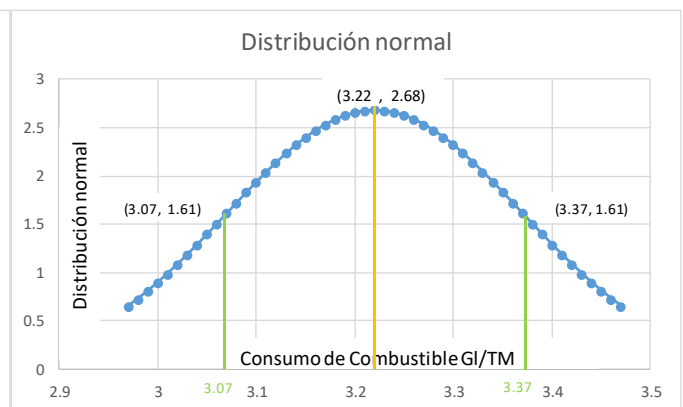


DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
$3.55 - 0.15 = 3.4$	$3.55 + 0.15 = 3.7$
VALORES MÁS PROBABLES ENTRE 3.4 y 3.7	

MUNICIPIO DE HUARO

PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
3.22	0.15

Gráfico. Campana de Gauss



DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
$3.22 - 0.15 = 3.07$	$3.22 + 0.15 = 3.37$
VALORES MÁS PROBABLES ENTRE 3.07 y 3.37	

- μ = Promedio considerado por la hipótesis nula
- \bar{X} = Media de la muestra tomada
- σ = Desviación estándar
- n = N° de elementos
- μ = 3.55 L/t ó 0.94 gal/t
- \bar{X} = 3.22 gal/t
- σ = 0.15 gal/t
- n = 51 datos

Hipótesis nula e hipótesis alternativa:

$$H_0 = 0.94 \text{ gal/t}$$

El consumo de combustible y los costes de recogida NO son impactados por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.

$$H_a = 3.22 \text{ gal/t}$$

El consumo de combustible y los costes de recogida son impactados por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.

Desviación estándar tipificada:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0.15}{\sqrt{51}} = 0.02$$

Valor de Z tipificado:

$$z = \frac{X - \mu}{\sigma_x} = \frac{3.22 - 0.94}{0.02} = 114$$

Valor que sale del rango 3.07 a 3.37, por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se confirma la hipótesis alternativa, por tanto:

EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LOS COSTES DE RECOLECCIÓN SON IMPACTADOS POR LA INTENSIDAD DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA FUENTE.

CONCLUSIONES

Ante las intensidades de la segregación de residuos sólidos en la fuente, el consumo de combustible y los costos de recolección se incrementan de la siguiente manera:

Intensidad de Segregación en la fuente (%)	Consumo de combustible (gal/año)	Costo de recolección (Soles/año)
22.25 %	1731.33	125,546.77
27.65 %	1791.41	139,577.98
35.75 %	1878.93	160,637.22
43.85 %	1966.46	181,696.46
49.25 %	2024.81	195,735.95

El presupuesto asignado para la gestión de residuos sólidos en la municipalidad de Huaro en promedio es de 119,000 Soles/año. En este contexto, intentar ensayar porcentajes de intensidad de segregación en la fuente mayores a 22.25 %, para una municipalidad con un índice de progreso social muy bajo, es prácticamente improbable, pues a medida que estas intensidades van en aumento, el consumo de combustible y los costos de recolección ostensiblemente se van alejando del presupuesto municipal asignado, por consiguiente:

El consumo de combustible es significativamente impactado por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.

Los costos de recolección son significativamente impactados por la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.

El consumo de combustible y los costos de recolección no permiten intensificar la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente.

RECOMENDACIONES

El presupuesto anual asignado a la Municipalidad Distrital de Huaró por el Ministerio de Economía y Finanzas para los fines de gestión de residuos sólidos corresponde 119,000 Soles aproximadamente, el mismo que deberá ser óptimamente ajustado a fin de que el consumo de combustible y los costos de recolección y transporte permitan la intensidad de segregación de residuos sólidos en la fuente a un ritmo de 22.25%, que se viene aplicando por el momento, salvo que dicho presupuesto sea ampliado y permita aumentar la mencionada intensidad.

Se sugiere que el camión compactador opere con un factor de compactación 1:2, por ser el más ajustado al promedio del presupuesto anual asignado de 119,000 Soles para una intensidad de segregación del 22.25%. Incrementar este porcentaje significa mayor consumo de combustible y costos de recolección, lejanos al presupuesto en mención.

Teniendo en cuenta el factor de compactación 1:2, la capacidad de transporte del camión tendría como oferta trasladar 304 m³/mes de residuos frente a los 303.9 m³/mes que exige la demanda, resultados que permiten la operatividad del camión compactador dentro del rango presupuestal anual asignado que es de 119,000 Soles.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdul Malik, N., Ho Abdullah, S., & Abd Manaf, L. (2015). Participación comunitaria. *Procedia*.
- Acosta, D. J., Villarroel Castro, J., Coello Blanco, C., Fernández Herrera, R., & Padrón Acosta, J. (2008). Índices de consumo de combustible de los vehículos de transporte público en Ciudad de La Habana. *Revista Transporte, Desarrollo y Medio Ambiente*, 29(2-3).
- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P., & Zepeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe*. Washington D.C.
- Araiza Aguilar, J. A., & José Zambrano, M. (2015). Mejora del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos empleando herramientas SIG: un caso de estudio. *Ingeniería Revista Académica*, 19(2), 118-128.
- Aranibar Tapia, S. B. (2021). Guía para implementar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos. *Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos - MINAM*.
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria.
- Bardales, J., de la Cruz, E., & Cabrera, C. (2015). Manejo integral de residuos sólidos domiciliarios por medio del segregación en la fuente en el distrito de San Luis, Lima, Perú. *Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*, 29.
- Barragán, H. L., Pascual, A., Etchegoyen, G., & Bourgeois, M. (2010). Los residuos sólidos urbanos y su relación con la salud. La crisis de la sustentabilidad. En H. L. Barragán, *Desarrollo, salud humana y amenazas ambientales* (págs. 217-227). La Plata, La Plata, ARGENTINA: Editorial de la Universidad de La Plata EDULP.
- Becerra Díaz, M. (2018). *Eficacia de un programa de segregación de residuos sólidos en la de residuos sólidos en la fuente en los conocimientos, actitudes y prácticas de los pobladores del Asentamiento Humano Morón, ubicado en el distrito de Chaclacayo*. UPU, Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12840/1359>

- Bolaños Cárdenas, K. (2012). Programa de segregación en la fuente y recolección de residuos sólidos domiciliarios año 2012. *SEGREGACIÓN - MINAM*.
- Brown salazar, D. (2003). *Guía para la Gestión del manejo de Residuos Sólidos*. Guatemala: PROARCA.
- Carrasco, C. (31 de 07 de 2017). <https://geoinnova.org/blog-territorio/los-sig-en-la-gestion-de-residuos/#comments>. (A. geoinnova, Productor) Obtenido de info@geoinnova.org : info@geoinnova.org
- Chávarri, A., & Matos, A. (2009). Caracterización de Residuos Sólidos Generados por el Área Administrativa de Tres Empresas en la Zona Industrial de San Juan de Miraflores. *Revista de Investigación Universitaria Vol 1. N° 1*, 52-58.
- Chung, A., & Inche, J. (2002). Manejo de Residuos Sólidos mediante Segregación en la Fuente en Lima Cercado.
- Dahlén, L., Vukicevic, S., Meijer, J. E., & Lagerkvist, A. (2006). Comparison of different collection systems for sorted household waste in Sweden. *ScienceDirect*.
- Di María, F., & Micale, C. (2013). Impact of source segregation intensity of solid waste on fuel consumption and collection costs. *EL SEVIER*.
- Everett, J. W., & Riley, P. (2011). Curbside Collection of Recyclable Material: Simulation of. *Journal of the Air & Waste Management Association*.
- Gamboa Cortez, V. E., & Madueño Lahoz, E. (2016). Gestión de residuos sólidos urbanos en el departamento Chimbabue, provincia de San Juan, Argentina: la práctica de la teoría. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*(20), 68-91. doi:<http://dx.doi.org/10.17141/letrasverdes.20.2017.1995>
- García Rodríguez, R., Pineda, J. R., & Castellanos, V. H. (Febrero de 2016). Análisis del manejo de los residuos sólidos en el mercado central de Pueblo Nuevo, Santiago de los Caballeros, República Dominicana. *DELOS Desarrollo Local Sostenible*, 9(25), 14. Recuperado el 2021, de www.eumed.net/rev/delos/25
- Gaviria Cuevas, J. F., Soto Paz, J., Manyoma Velasquez, P. C., & Torres Lozada, P. (2019). Tendencias de Investigación en la Cadena de Suministro de Residuos Sólidos

- Municipales. *LOGYPRO - ECCA*, 30, 147-154. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000400147>
- Gonzales Boza, L. (2005). Plan demanejo de residuos sólidos. *Monteverde bosque nuboso*.
- Guan, Y., Zhang, Y., Zhao, D., Huang, X., & Li, H. (2015). Rural domestic waste management in Zhejiang Province, China: Characteristics, current practices, and an improved strategy. *Journal of the Air & Waste Management Association*.
- Gundupalli, S., Hait, S., & Thakur, A. (2016). A review on automated sorting of source-separated municipal solid. *Waste Management*.
- Han, Z., Ye, C., Zhang, Y., Dan, Z., Zou, Z., Liu, D., & Shi, G. (2019). Characteristics and management modes of domestic waste in rural areas of developing countries: a case study of China. *Springer*.
- Jiménez Martínez, N. (2015). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*(17), 29-56.
- Juárez, C., Güereca, L., & Gassó, S. (2008). Análisis de ciclo de vida del sistema de gestión de residuos municipales de la ciudad de México. *REDISA'2008*.
- Kawai, K., & Tasaki, T. (2015). Revisiting estimates of municipal solid waste generation per capita and their reliability. *Springer*.
- Limache Flores, M. (2021). Programa de mejora del nivel de concientización ciudadana sobre la recolección de residuos sólidos en el barrio de San Carlos, Huancayo. *Industrial Data*, 24, 193-204. doi:<https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.19833>
- Martínez Nava, A., Martínez González, P., & Rangel Martínez, F. J. (2010). La gestión de residuos sólidos urbanos. Tres recursos metodológicos para su análisis. *TLATEMOANI Revista Académica de Investigación*(2).
- Maulana Masjhoer, J., Syafrudin, S., & Maryono, M. (2021). Rural Waste Management System in Southern Zone of Gunungkidul Regency. *Environmental Research, Engineering and Management*.
- MINAM. (2012). Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. 80. Lima, Perú.

- MINAM. (2015). *Guía Metodológica para al Desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (EC-RSM)*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- MINAM. (2016). Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016 -2024. *SIGERSOL*.
- Montoya Rondón, A. F. (2012). Caracterización de Residuos Sólidos. *Cuaderno Activa*, 68.
- Ochoa Miranda, M. (2018). *Gestión integral de residuos. Análisis normativo y herramientas para su implementación*. Bogotá: Editorial Universidad del Rosario. doi: doi.org/10.12804/ga9789587840476
- Oviedo Ocaña, R., Marmolejo Rebellon, L., & Torres Lozada, P. (2012). Perspectivas de aplicación del compostaje de biorresiduos provenientes de residuos sólidos municipales. un enfoque desde lo global a lo local. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11(20), 67-76.
- Pachacama Gualotuña, D. P., & Simbaña Sango, J. L. (2017). *Evaluación del consumo de combustible de un camión con la implementación de un deflector de aire*. Quito, Ecuador.
- Piedrahita, H. B. (2015). Diseño De Un Modelo De Ruteo De Vehículos Para La Recolección De Residuos Sólidos En El Municipio De Zarzal Valle Del Cauca. *Biomass Chem Eng*.
- Quillos Ruiz, S. A., Escalante Espinoza, N. J., Sánchez Vaca, D., Quevedo Novoa, L. G., & De La Cruz Araujo, R. A. (2018). Residuos sólidos domiciliarios: caracterización y estimación energética para la ciudad de Chimbote. *Revista de la Sociedad Química del Perú*.
- Recytrans. (24 de 07 de 2014). *Portal Recytrans - Soluciones Globales para el Reciclaje*. Obtenido de <https://www.recytrans.com/blog/compactadores-de-residuos/>
- Ríos Montes, K. A., & Echeverri Jaramillo, G. E. (2012). Diagnóstico preliminar, base para la construcción de un Programa de Manejo de Residuos Sólidos en la Universidad de San Buenaventura, Cartagena. *bdigital*.

- Rivera León, F. A., Lenny Beatriz, C. B., & Robinson Miguel, B. N. (2017). The perception of the production costs of the organic banan. *Gestión en el Tercer Milenio*, 20(39), 45-50.
- Rodríguez, L., Revelo Maya, N. V., & Wilson, G. (2017). Gestión integral de residuos sólidos en la empresa CYRGO SAS. *TENDENCIAS*, XVIII(2), 103-121. doi: 10.22267/rtend.171802.79
- Rojas Estrada, I. L. (2017). Propuesta de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en el distrito de Tarma, provincia de Tarma.
- Rondón Toro, E., Szantó Narea, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. *CEPAL*.
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121 - 135. Recuperado el 2021
- Segura, Á. M., Rojas, L. A., & Pulido, Y. A. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*, 41(17), 22.
- Soni, A., Patil, D., & Argade, K. (2015). Municipal Solid Waste Management. *Procedia*.
- Sotomayor, A. (2008). Turismo y medio ambiente Los residuos sólidos y sus efectos en la. *Ingeniería Industrial N° 26*, 71-81.
- Szantó, M., Zepeda, F., & Civallero, T. (2008). Gestión integral de residuos sólidos e impacto ambiental. *ILPES - CEPAL*.
- Szantó, M., Zepeda, F., & Civallero, T. (s.f.). *Portal CEPAL-ILPES*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/E/fulltext/distancia/modulo1.pdf>.
- Tapia Cruz, M. O., Ruelas Mamani, D. E., Gómez Pineda, F. E., & Abarca Macedo, F. D. (2018). Communicative strategies and their relationship in the training of habits of the segregation program in the source and selective collection of solid waste from the Provincial Municipality of Puno. *COMUNI@CCION - Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo*, 9(2).
- Tumi, J. (2012). Conocimientos de la población de la ciudad de Puno sobre gestión de residuos sólidos. *Comunicación*, Vol. 3 Núm. 1.



- Universidad Tecnológica Nacional. (2015). Gestión integral de residuos sólidos. Propiedades Físicas, químicas y biológicas de los RSU. Buenos Aires, Argentina.
- Vásquez, O. C. (2011). Gestión de los residuos sólidos municipales en la ciudad del Gran Santiago de Chile: desafíos y oportunidades. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(4), 347-355.
- Victoria Calambas, F. A., Marmolejo Rebellón, L. F., & Torres Lozada, P. (2012). 1.1.17. Alternativas para fortalecer la valorización de materiales reciclables en plantas de manejo de residuos sólidos en pequeños municipios. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22(1), 59-73.

ANEXOS

Anexo 1. Datos relacionados a la fórmula estadística poblacional

Nivel de Significación Estadística (α)	% Error	Nivel de Confianza $z_{1-\alpha}^2$ en %	Valores de los Niveles de Confianza
0.01	1	99	2.58
0.02	2	98	2.38
0.025	2.5	97.5	2.24
0.03	3	97	2.17
0.035	3.5	96.5	2.19
0.04	4	96	2.12
0.05	5	95	1.96
0.06	6	94	1.89
0.07	7	93	1.955
0.08	8	92	1.76
0.09	9	91	1.7
0.1	10	90	1.645

Nota. Extracto de tabla utilizada en la ciencia estadística poblacional para hallar el valor del nivel de confianza.

SERIE	2013	2014	2015	2016	2017
Amazonas	0.52	0.54	0.52	0.53	0.53
Ancash	0.55	0.49	0.56	0.55	0.52
Apurímac	0.58	0.46	0.46	0.51	0.51
Arequipa	0.49	0.48	0.48	0.49	0.49
Ayacucho	0.52	0.46	0.54	0.50	0.53
Cajamarca	0.54	0.53	0.54	0.53	0.51
Callao	0.66	0.61	0.65	0.59	0.60
Cusco	0.60	0.64	0.55	0.56	0.57
Huancavelica	0.49	0.47	0.46	0.43	0.43
Huánuco	0.50	0.48	0.45	0.44	0.44
Ica	0.53	0.50	0.50	0.50	0.50
Junín	0.51	0.48	0.52	0.53	0.54
La Libertad	0.54	0.51	0.53	0.50	0.51
Lambayeque	0.51	0.51	0.57	0.56	0.57
Lima	0.59	0.61	0.60	0.60	0.60
Loreto	0.55	0.63	0.61	0.62	0.57
Madra De Dios	0.45	0.42	0.45	0.51	0.51
Moquegua	0.39	0.42	0.41	0.44	0.44
Pasco	0.43	0.45	0.38	0.40	0.41
Piura	0.59	0.50	0.56	0.55	0.54
Puno	0.47	0.56	0.47	0.43	0.45
San Martín	0.55	0.59	0.54	0.55	0.55
Tacna	0.49	0.46	0.46	0.44	0.44
Tumbes	0.46	0.44	0.47	0.46	0.46
Ucayali	0.66	0.64	0.65	0.66	0.66
Promedio generación per cápita para el año 2017:					0.515

Nota. Datos obtenidos del Ministerio del Ambiente MINAM a través del Sistema Nacional de Información Ambiental INIA. Año 2017.

Anexo 2. Densidad de residuos sólidos

<i>Densidad de residuos sólidos sueltos sin compactar - Sector domiciliario.</i>									
Parámetro	04/07/2016	05/07/2016	06/07/2016	07/07/2016	08/07/2016	09/07/2016	10/07/2016	11/07/2016	Densidad Promedio
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Kg/m ³
Peso del Residuo (Kg)	28.7	24.75	25.86	25.36	26.66	19.4	24.9	27.38	
Volumen que Ocupa el residuo (m ³)	0.149	0.171	0.144	0.141	0.147	0.149	0.148	0.162	168.20
Densidad (Kg/m ³)	192.62	144.74	179.58	179.86	181.36	130.20	168.24	169.01	
<i>Densidad de residuos sólidos compactados – sector domiciliario.</i>									
Parámetro	04/07/2016	05/07/2016	06/07/2016	07/07/2016	08/07/2016	09/07/2016	10/07/2016	11/07/2016	Densidad Promedio
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Kg/m ³
Peso del Residuo (Kg)	28.7	24.75	25.86	25.36	26.66	19.4	24.9	27.38	
Volumen que Ocupa el residuo (m ³)	0.080	0.128	0.068	0.062	0.075	0.081	0.078	0.107	313.94
Densidad (Kg/m ³)	358.75	193.36	380.29	409.03	355.47	239.51	319.23	255.89	
<i>Densidad de residuos sólidos sueltos sin compactar – Sector no domiciliario.</i>									
Parámetro	05/05/2016	06/05/2016	07/05/2016	08/05/2016	09/05/2016	10/05/2016	11/05/2016	12/05/2016	Densidad Promedio
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Kg/m ³
Peso del Residuo (Kg)	19.7	20.23	23.75	20.56	24.3	18.18	10	17.96	155.24
Volumen que Ocupa el residuo (m ³)	0.134	0.125	0.128	0.117	0.122	0.115	0.131	0.130	
Densidad (Kg/m ³)	147.02	161.84	185.55	175.73	199.18	158.09	76.34	138.15	
<i>Densidad de residuos sólidos compactados – Sector no domiciliario</i>									
Parámetro	05/05/2016	06/05/2016	07/05/2016	08/05/2016	09/05/2016	10/05/2016	11/05/2016	12/05/2016	Densidad Promedio
	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Kg/m ³
Peso del Residuo (Kg)	19.7	20.23	23.75	20.56	24.3	18.18	10	17.96	336.61
Volumen que Ocupa el residuo (m ³)	0.076	0.059	0.066	0.046	0.054	0.042	0.071	0.069	
Densidad (Kg/m ³)	259.21	342.88	359.85	446.96	450.00	432.86	140.85	260.29	

Nota. Datos de del instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaro “ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y NO DOMICILIARIOS EN EL DISTRITO DE HUARO – QUISPICANCHI” – 2016.

Anexo 3. Composición de residuos sólidos municipales

Composición física de residuos sólidos domiciliarios

Tipo de residuo solido	% en peso
Materia orgánica	42.15%
Madera, follaje	7.14%
Papel	6.71%
Cartón	1.71%
Vidrio	2.04%
Plástico pet	2.09%
Plástico duro	2.83%
Bolsas	6.81%
Cartón multilaminado de leches y jugos	0.16%
Tecnopor y similares	0.84%
Metal	3.25%
Telas, textiles	2.46%
Caucho, cuero, jebe	0.31%
Pilas	0.16%
Restos medicinas, focos, etc.	0.05%
Residuos sanitarios	12.18%
Residuos inertes	9.10%
Otros (especificar)	0.00%

Composición física de residuos sólidos no domiciliarios

TIPO DE RESIDUO SOLIDO	% EN PESO
Materia Orgánica	45.99%
Madera, Follaje	5.94%
Papel	3.83%
Cartón	2.94%
Vidrio	3.55%
Plástico PET	3.44%
Plástico Duro	3.94%
Bolsas	5.54%
Cartón Multilaminado de leches y jugos	0.57%
Tecnopor y similares	0.74%
Metal	1.55%
Telas, Textiles	0.38%
Caucho, Cuero, Jebe	0.51%
Pilas	0.06%
Restos Medicinas, Focos, etc.	1.03%
Residuos Sanitarios	7.10%
Residuos Inertes	12.88%
Otros (especificar)	0.00%

Nota. Datos de del instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaró “ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y NO DOMICILIARIOS EN EL DISTRITO DE HUARO – QUISPICANCHI” – 2016.

Anexo 4. Humedad y cantidad de materia orgánica

Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda.

Av. Tulumayo 768
Cusco - Perú
Telefax: 084 234727
Celular: 975 713 500
RPC: 974 787 151
RPM: # 713 522
laboratoriolouispasteur@yahoo.es
www.lablouispasteur.com

INFORME DE ENSAYO
LLP-1745-2016
SO-0613-2016



Pág 1 de 1

Solicitante: Municipalidad Distrital de Huaró

Dirección Legal: Plaza de Armas S/N

Tipo de Muestra: Residuos sólidos

Fecha de Toma de Muestra: 2016/07/06

Fecha de Ingreso de Muestra: 2016/07/06

Fecha de Ensayo: 2016/07/06

Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2016/07/11

Datos proporcionados por el solicitante:

Procedencia de la Muestra: Botadero de la Municipalidad Distrital de Huaró.

Toma de muestra realizada por: Luis Alberto Jara Quispe

Cantidad y descripción de la Muestra: Bolsa de polietileno de primer uso de 01 Kg.

RESULTADOS FISICOQUIMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Humedad	%	16,28
Cantidad de materia organica	%	15,17

Métodos de Referencia:

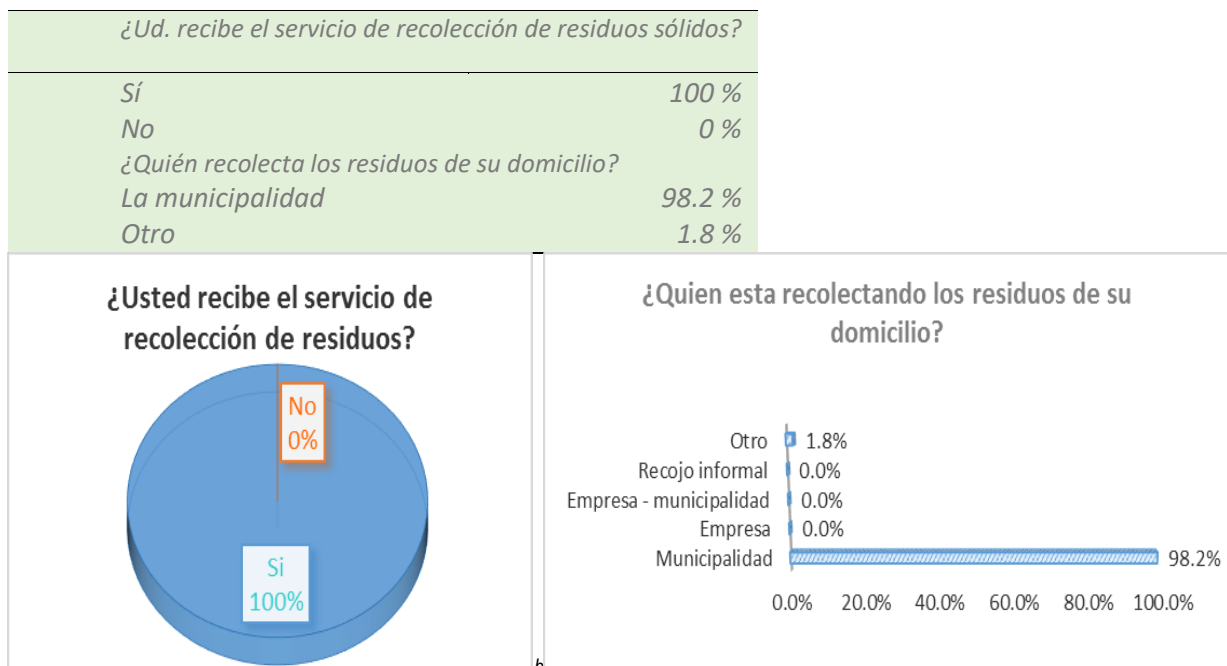
Química Industrial- Materia Orgánica - Residuos Sólidos, Humedad - Ácidos Demanda Bioquímica de Oxígeno.


Blga. Patricia Miranda Pacheco
COLEGIOP. N° 0656
DIRECTOR TÉCNICO



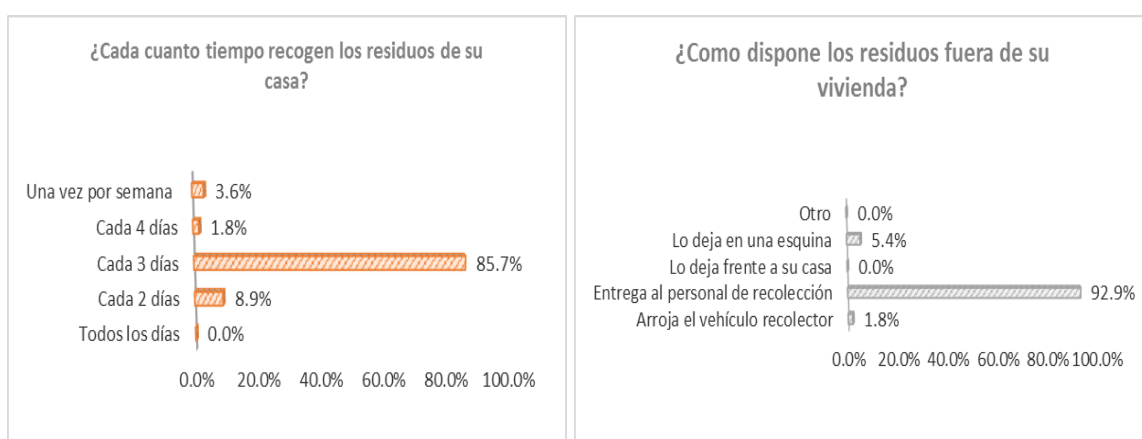
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización de Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados sólo se refieren a los ítems ensayados. EL presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

Anexo 5. Encuesta a nivel de viviendas sobre recolección de residuos sólidos



¿Cada cuánto tiempo recogen los residuos de su casa?	
Cada 3 días	85.7 %
Cada 2 días	8.9 %
Una vez por semana	3.6 %
Cada 4 días	1.8 %

¿Cómo dispone los residuos fuera de su vivienda?	
Entrega al personal de recolección	92.9 %
Lo deja en una esquina	5.3 %
Arroja al vehículo recolector	1.8 %

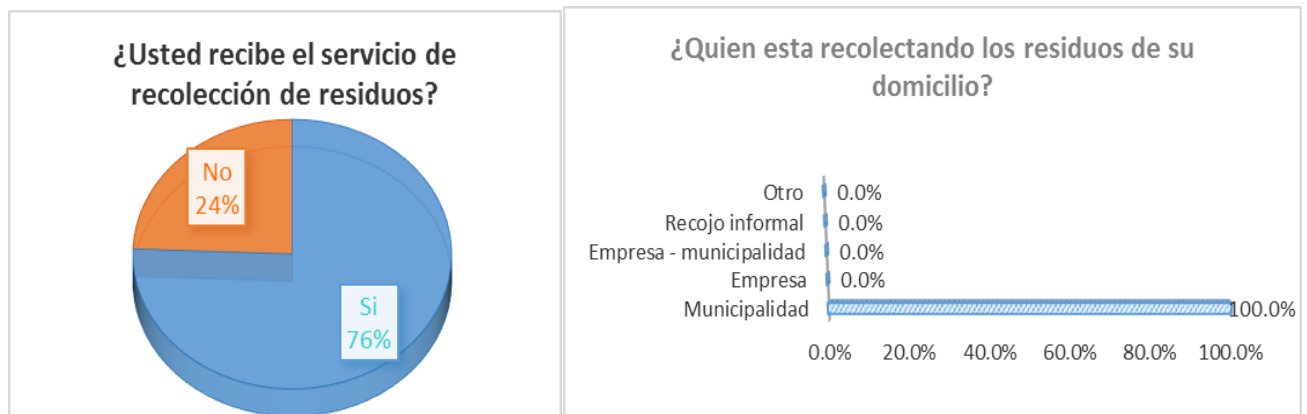


Nota. Datos de la Encuesta correspondiente al instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaro “ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y NO DOMICILIARIOS EN EL DISTRITO DE HUARO – QUISPICANCHI” – 2016.

Anexo 6. Encuesta de establecimientos sobre recolección de residuos sólidos

¿Ud. recibe el servicio de recolección de residuos?	
Sí	76 %
No	24 %
¿Quién está recolectando los residuos de su establecimiento?	
Otro	0.0 %
Recojo informal	0.0 %
Empresa - municipalidad	0.0 %
Empresa	0.0 %
Municipalidad	100 %

Nota. Datos de la Encuesta correspondiente al instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaru “ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y NO DOMICILIARIOS EN EL DISTRITO DE HUARO – QUISPICANCHI” – 2016.



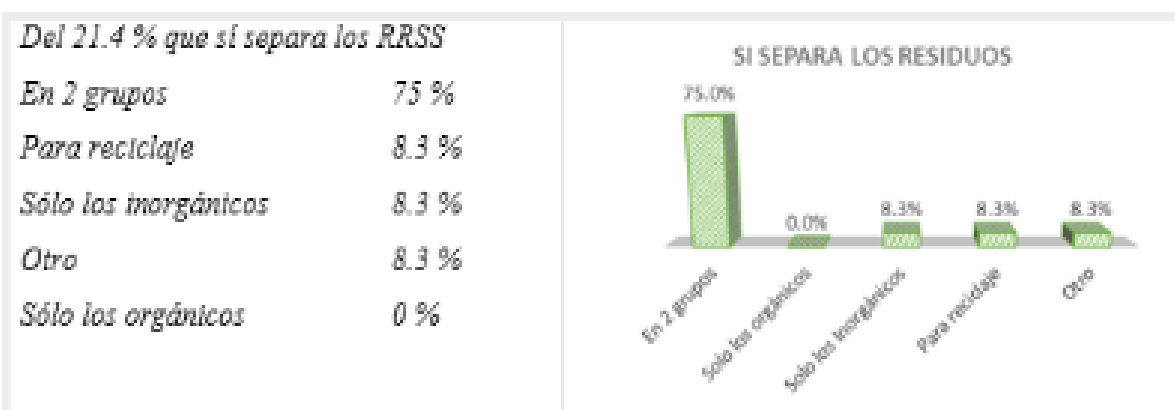
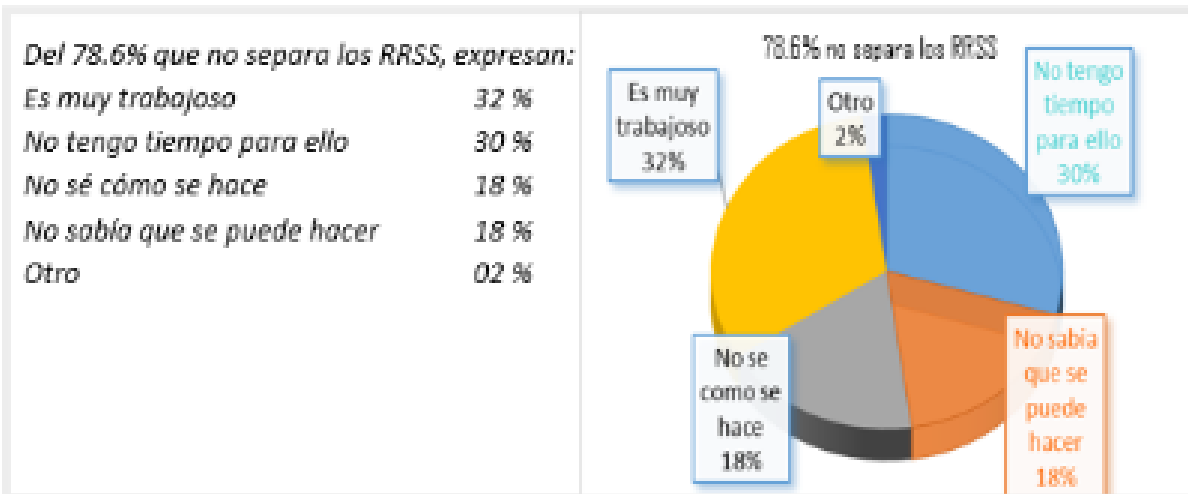
Nota. Datos de la Encuesta correspondiente al instrumento proporcionado por la Municipalidad Distrital de Huaru “ESTUDIO DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y NO DOMICILIARIOS EN EL DISTRITO DE HUARO – QUISPICANCHI” – 2016.

Anexo 7. Imágenes relacionadas al estudio



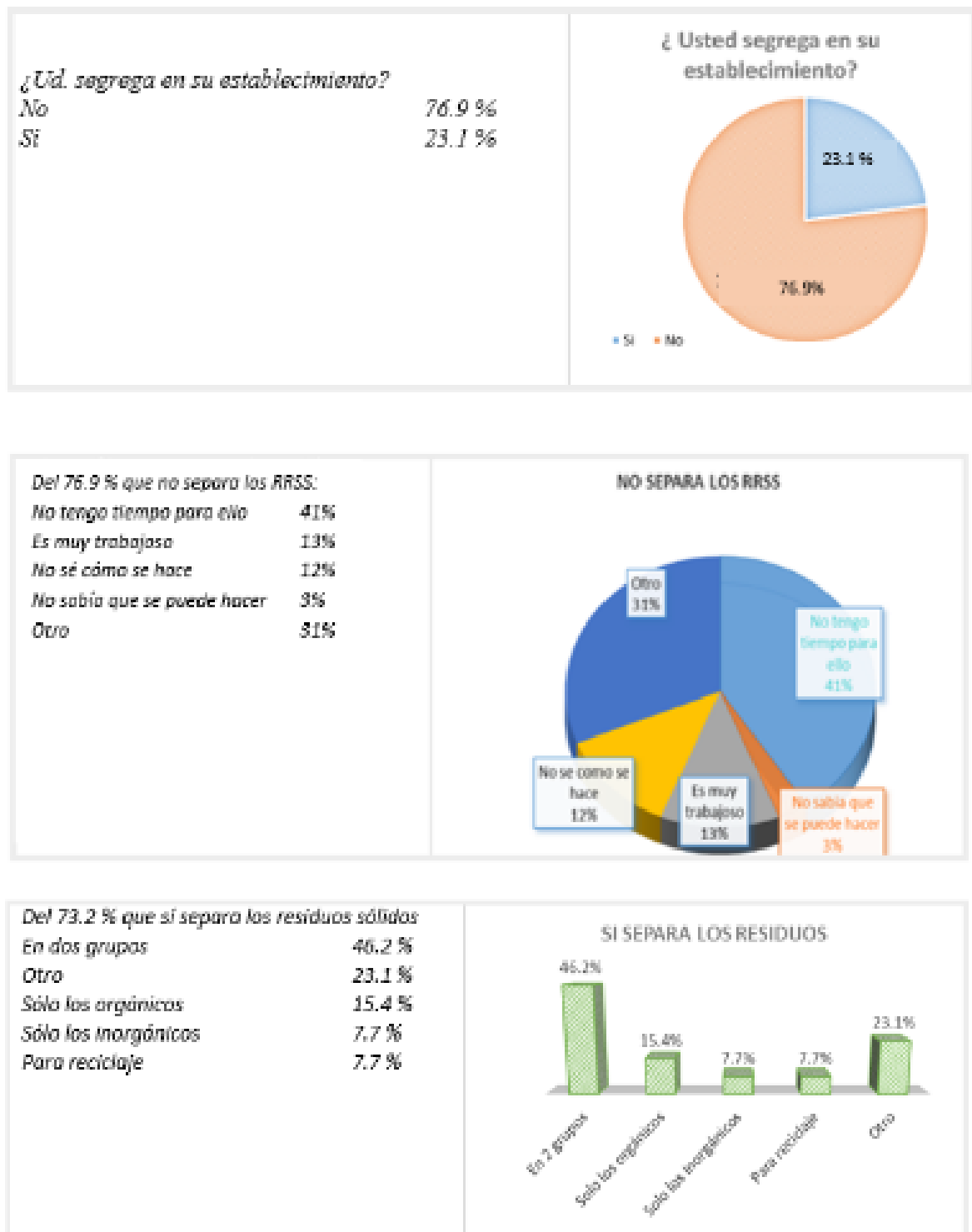
Nota. Elaboración propia. Imágenes mostrando el tipo de Recuperación de residuos sólidos inorgánicos y orgánicos en fase de compostaje, acceso al botadero y camión compactador de referencia en el presente estudio, utilizado actualmente.

Anexo 8. Segregación de residuos sólidos domiciliarios



Nota. Datos adaptados del “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

Anexo 9. Segregación de residuos sólidos en establecimientos



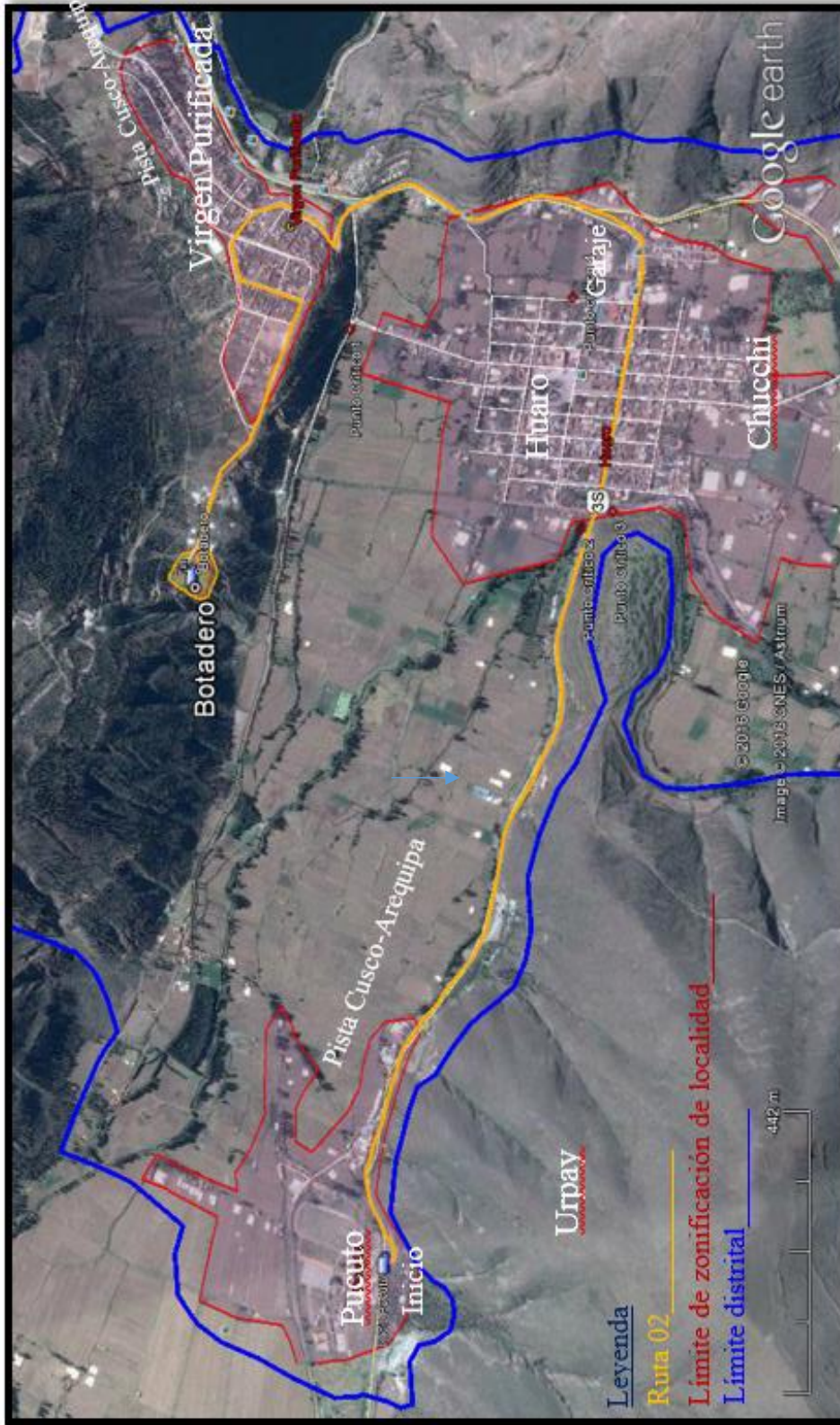
Nota. Datos adaptados del “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

Anexo 10. Ruta 01: Huaró – Virgen Purificada – Botadero.



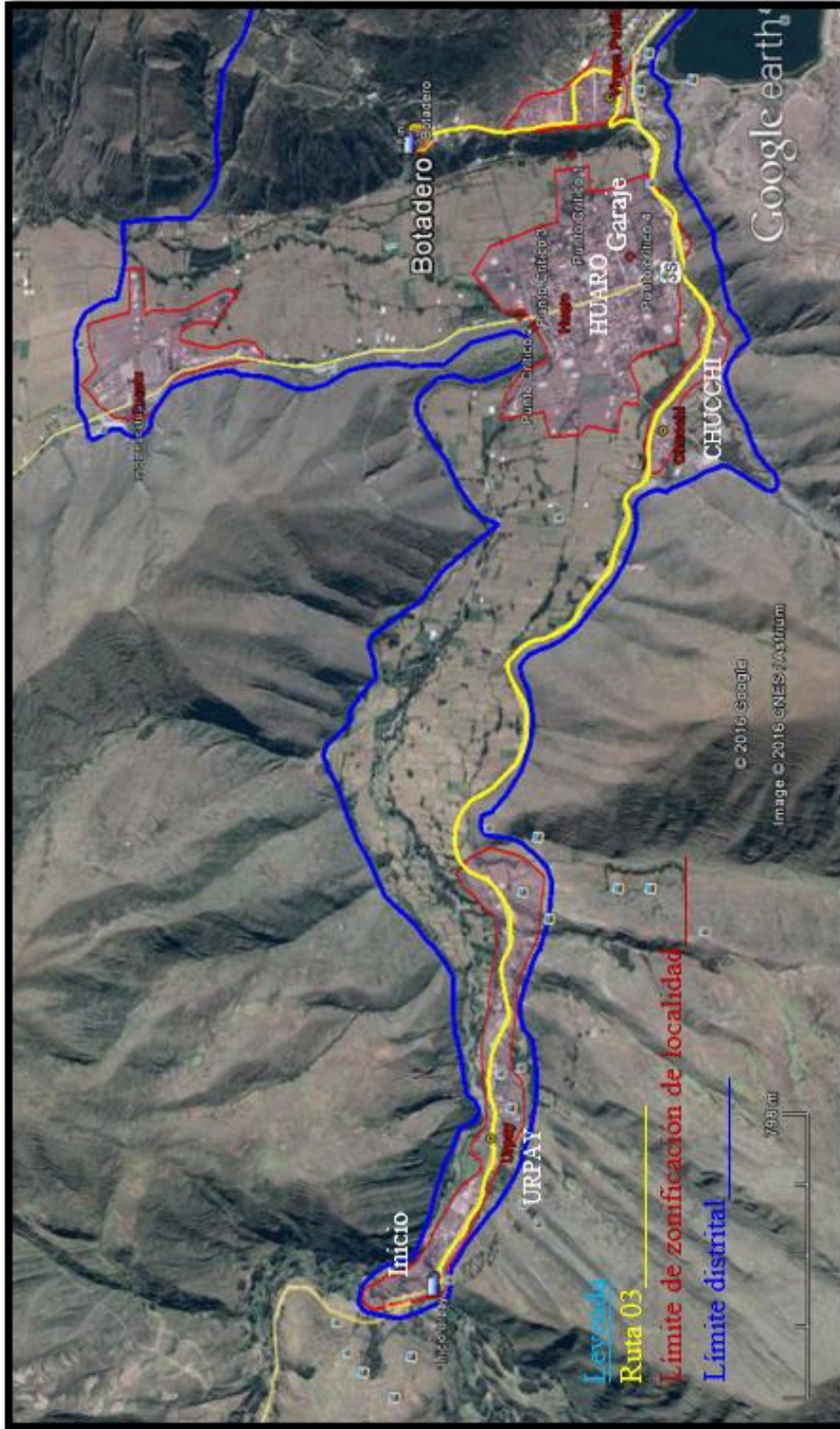
Nota. Datos adaptados del “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró-Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

Anexo 11. Ruta 02: Pucuto – Huaró – Virgen Purificada – botadero.



Nota. Datos adaptados del “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaró – Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaró.

Anexo 12. Ruta 03: Urpay – Chucchi – Botadero.



Nota. Datos adaptados del “Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Domiciliarios y no Domiciliarios en el Distrito de Huaro –Quispicanchi” ejecutado por encargo de la Municipalidad Distrital de Huaro.

Anexo 13. Combustible en masa y convertidor en línea de kg a litros de diesel

Tabla 3.1. Resultados de la prueba en ruta.

Registro de datos del consumo de combustible en ruta				
Lugar: Santo Domingo (vía Quininde - la Concordia)	Fecha: 03/05/2017			
Distancia de prueba: 10 km	Velocidad de prueba: 90 km/h			
Punto partida: Empresa EPACEM S.A.	Altura (m.s.n.m): 516			
Punto llegada: Entrada a la cantera	Altura (m.s.n.m): 381			
Datos del vehículo de prueba				
Marca: Hino	Nº Cilindros: 6			
Modelo: GD8JLSA 7.7 2P 4X2 TM DIESEL CN	Posición: Línea			
Chasis: 9F36GD8JLSEXX13712	Potencia máx.: 191 kW@2500 rpm			
Año: 2014	Torque máx.: 745 Nm@2500 rpm			
Transmisión (M/A): Manual/ 6 cambios + retro	Cilindrada: 7684 cc			
Kilometraje: 340187	Combustible: Diesel premium			
Neumáticos: 225/70 R 22.5/14 lonas	Emisiones: EURO III			
Condición atmosférica				
Velocidad del viento: 1,5 m/s	Presión atmosférica: 950,1 hPa			
Temperatura del aire: 29,3 °C	Presencia de lluvia: NO			
Mediciones registradas				
Camión con deflector de aire				
Nº Prueba	Hora inicio	m_i (kg)	m_f (kg)	C (kg)
1	10:38:00	8,15	6,80	1,35
2	11:11:00	8,65	7,35	1,30
3	11:38:00	8,35	7,10	1,25
4	12:05:00	8,80	7,55	1,25
Camión estándar				
Nº Prueba	Hora inicio	m_i (kg)	m_f (kg)	C (kg)
1	13:23:00	9,25	7,85	1,40
2	13:51:00	8,20	6,85	1,35
3	14:18:00	8,50	7,15	1,35
4	14:46:00	7,80	6,50	1,30

m_i : masa del taque portátil de combustible al inicio de la prueba
 m_f : masa del taque portátil de combustible al final de la prueba
 C : consumo de combustible (C = $m_i - m_f$)

(Fuente: Propia)

Nota. Extraído del estudio “Evaluación del Consumo de Combustible de un Camión con la Implementación de un Deflector de Aire” hecho por los Ingenieros Mecánicos en Automotriz Pachacama y Simbaña.

Conversion

[Home](#) | [Mass](#) | [Length](#) | [Area](#) | [Volume](#) | [Time](#) | [Temp](#) | [Speed](#) | [Pressure](#) | [Force](#) | [Power](#) | [Energy](#) | [Flow](#) | [Frequency](#) | [Info SI](#) | [Info Binary](#) | [Numbers](#)

Convertir kg a litros de diesel

Masa de diesel, kg =

Densidad, kg/m³ =

Volumen de diesel, litros =

Convertir litros a kg de diesel

Volumen de diesel, litros =

Densidad, kg/m³ =

Masa de diesel, kg =

Con esta calculadora en línea, puede convertir kg de diesel a litro (kilogramo de diesel a litro) y viceversa.

Dato de referencia:

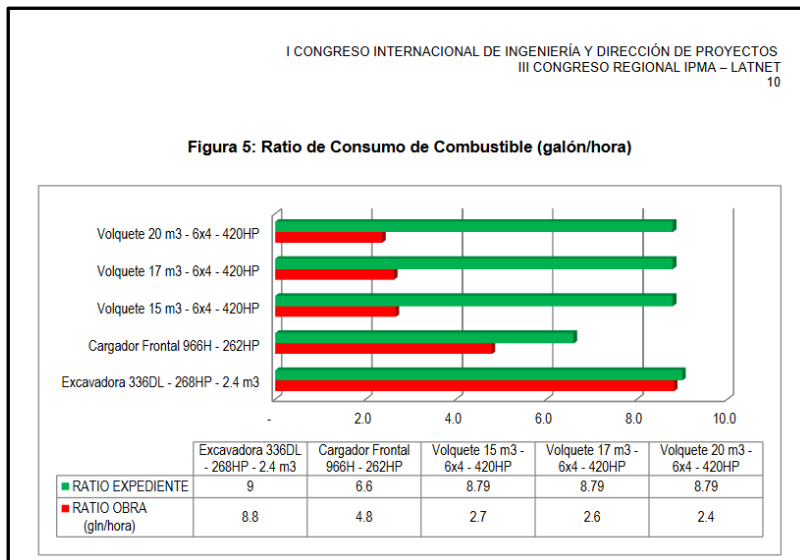
Densidad de diesel = 830 ... 860 kg/m³

El peso y el volumen dependen de la temperatura, la presión y la composición debido a los cambios de densidad.

Nota. Convertidor en línea de kilogramos a litros de combustible diesel. Fuente “Top Online Converters - Powered by Blogge”

Anexo 14. Referencias sobre consumo y costos de combustible

1. Referencia de consumo de combustible en gal/h



2. Referencia sobre costos de consumo de combustible

Municipalidad Provincial de Arequipa

CUADRO N°16

COSTO DE LOS VEHÍCULOS ASIGNADO AL SERVICIO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS, PROMEDIO MENSUAL

I.- EQUIPO / VEHICULO	2 DONADOS							DONADOS		
A.- DATOS DEL EQUIPO / VEHICULO	CAMIÓN INTERNACIONAL COMPACTADOR 16 M3, 12 TM (2008)	CAMIÓN VOLVO COMPACTADOR 19 M3 (2008)	CAMIÓN FORD COMPACTADOR 7 M3, 6 TM (1980)	CAMIÓN INTERNACIONAL COMPACTADOR 18 YARDAS, 6 TM (1988)	CAMIÓN INTERNACIONAL COMPACTADOR 20 YARDAS, TM (1982)	CAMIÓN BARANDA 6 TM MITSUBISHI	MOTOCAR	CAMIÓN TRACTO MACK COMPACTADOR 26 TM		
VALOR DEL EQUIPO/VEHICULO EN US\$	\$50,769	\$34,784	\$15,670	\$18,065	\$28,160	\$8,040	9/0	\$0		
VIDA UTIL AÑOS	4	4	3	3	4	5	4	3		
% COSTO DEL CAPITAL	2.43%	2.43%	2.43%	2.43%	2.43%	2.43%	2.43%	2.43%		
% VALOR DE RESCATE	30%	30%	30%	30%	30%	30%	20%	30%		
COSTO DE COMBUSTIBLE GALON	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45	13.45	14.75	13.45		
TIPO DE CAMBIO DEL DOLAR	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59	2.59		
NÚMERO DE UNIDADES	4	3	1	1	1	2	20	2		
B.- CALCULOS DE COSTO TOTAL MENSUAL DEL EQUIPO	CAMIÓN INTERNACIONAL COMPACTADOR 16 M3, 12 TM (2008)	CAMIÓN VOLVO COMPACTADOR 19 M3 (2008)	CAMIÓN FORD COMPACTADOR 7 M3, 6 TM (1980)	CAMIÓN INTERNACIONAL COMPACTADOR 18 YARDAS, 6 TM (1988)	CAMIÓN INTERNACIONAL COMPACTADOR 20 YARDAS, TM (1982)	CAMIÓN BARANDA 6 TM MITSUBISHI	MOTOCAR	CAMIÓN TRACTO MACK COMPACTADOR 26 TM	TOTAL	
I.1 COSTOS FIJOS										
I.1.1 Costo de Recuperación mensual del Vehículo	4,187	4,303	844	973	1,161	541	0	0	12,008	
TOTAL COSTOS FIJOS	4,187	4,303	844	973	1,161	541	0	0	12,008	
I.2 COSTOS VARIABLES										
I.2.1 COMBUSTIBLE MENSUAL (Costo comb * galones día * dias mes*Nro. Unidades)	27,115	20,336	3,268	3,268	3,147	3,632	3,068	16,705	80,540	
I.2.2 MANT. PROGRAMADO MENSUAL (costo cambio de aceite* Nro. Unid.)	347	3,578	518	681	681	434	173	1,969	8,381	
I.2.3 MANT. CORRECTIVO MENSUAL mensual estimado	8,333	5,000	1,250	1,250	2,083	2,500	600	2,500	23,517	
I.2.4 LLANTAS MENSUAL (costo llanta*n°llantas*tipo de cambio/12)	7,037	5,558	778	1,046	1,759	496	400	3,186	20,259	
I.2.5 SOAT+REVISIÓN TÉCNICA (costo tipo de cambio/12)	167	75	25	25	25	50	648	50	1,065	
TOTAL COSTOS VARIABLES	42,999	34,548	5,840	6,270	7,695	7,111	4,889	24,410	133,761	
COSTO TOTAL DEL VEHICULO / EQUIPO	47,185	38,851	6,683	7,242	8,857	7,652	4,889	24,410	145,769	

Fuente: Subgerencia de Gestión Ambiental, Logística y Taller de Mantenimiento

Anexo 15. Análisis de costos para residuos no compactados

PROYECTO		IMPACTO DE LA INTENSIDAD DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS SOBRE EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE Y LOS COSTOS DE RECOLECCIÓN				
ESPECÍFICA DE GASTOS						GASTOS GENERALES
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - PERSONAL						S/. 66360.3
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - BIENES						S/. 35859.53
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - SERVICIOS						S/. 11400
TOTAL GASTOS GENERALES						S/. 113619.83
DESAGREGADO DEL PRESUPUESTO ANALÍTICO						
GASTOS GENERALES						
PERSONAL - REMUNERACIONES						S/. 66360.3
1.00	RETRIBUCIONES COMPLEMENTARIAS-CONTRATOS A PLAZO FIJO					S/. 50400
1.01	JORNAL					S/. 50400
	DEL EMPLEADO EVENTUAL					
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1	1	12	1800	21600
	AYUDANTE	2	1	12	1200	28800
	TOTAL					50400
2.00	OBLIGACIONES DEL EMPLEADOR					S/. 5760.3
2.01	ESSALUD (9%)					S/. 4,914.00
	DEL EMPLEADO EVENTUAL					
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	175.50	2,106.00
	AYUDANTE	2.00	1.00	12.00	117.00	2,808.00
	TOTAL					4,914.00
2.02	SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO (1.55%)					S/. 846.30
	DEL EMPLEADO EVENTUAL					
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	30.23	362.70
	AYUDANTE	2.00	1.00	12.00	20.15	483.60
	TOTAL					846.30
3.00	GASTOS VARIABLES Y OCASIONALES					S/. 8,400.00
3.01	BENEFICIOS (COMPENSACION POR TIEMPO DE SERVICIOS CTS)					S/. 4,200.00
	DEL EMPLEADO EVENTUAL					
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	150.00	1,800.00
	ASISTENTE TÉCNICO DE OBRA	2.00	1.00	12.00	100.00	2,400.00
	TOTAL					4,200.00
3.02	VACACIONES TRUNCAS					S/. 4,200.00
	DEL EMPLEADO EVENTUAL					
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	150.00	1,800.00
	ASISTENTE TÉCNICO DE OBRA	2.00	1.00	12.00	100.00	2,400.00
	TOTAL					4,200.00
4.00	AGUINALDOS Y GRATIFICACIONES					S/. 1,800.00
4.01	AGUINALDOS POR FIESTAS PATRIAS Y NAVIDAD					S/. 1,800.00
	DEL EMPLEADO EVENTUAL					
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	600.00	600.00
	ASISTENTE TECNICO DE OBRA	2.00	1.00	12.00	600.00	1,200.00
	TOTAL					1,800.00
BIENES						S/. 35,859.53
1.00	VESTUARIO Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD					S/. 7,404.00
1.01	VESTUARIO					S/. 7,404.00
	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL	
	CASCOS DE PROTECCIÓN TIPO 3M COLOR BLANCO	UND	6.00	40.00	240.00	
	RESPIRADO ESPECIAL PARA LIMPIEZA PÚBLICA	UND	6.00	80.00	480.00	
	CHALECOS REFLECTIVOS	UND	12.00	82.00	984.00	
	GUARDA POLVOS DE TRABAJO	UND	10.00	90.00	900.00	
	CASACAS IMPERMEABLES	UND	6.00	150.00	900.00	
	OBEROL Y/O MAMELUCOS	UND	10.00	90.00	900.00	
	ZAPATOS PUNTA DE ACERO TIPO CAT	PAR	10.00	300.00	3,000.00	

TOTAL					7,404.00
2.00	COMBUSTIBLE				S/. 14,908.68
2.01	COMBUSTIBLE				S/. 14,908.68
	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
	PETRÓLEO DIESEL	GLN	961.85	15.50	14,908.68
TOTAL					14,908.68
3.00	EQUIPOS Y MOBILIARIO				S/. 9,425.00
3.01	EQUIPOS				S/. 9,425.00
	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
	COMPUTADORA PERSONAL COREL I7	UND	1.00	3,665.00	3,665.00
	IMPRESORA A COLOR MULTIFUNCIONAL TINTA CONTINUA	UND	1.00	1,150.00	1,150.00
	ESCRITORIO MELANINE 3 CAJONES	UND	1.00	380.00	380.00
	SILLA PARA ESCRITORIO	UND	1.00	290.00	290.00
	ARCHIVADOR MELANINE 4 GAVETAS	UND	1.00	800.00	800.00
	SILLAS DE PLÁSTICO	UND	10.00	28.00	280.00
	PIZARRA ACRÍLICA 1.20x0.90	UND	1.00	200.00	200.00
	FOTOCOPIADORA	UND	1.00	2,500.00	2,500.00
	MEMORIA USB 8 GB	UND	4.00	40.00	160.00
TOTAL					9,425.00
4.00	BIENES DE CONSUMO				S/. 4,121.85
4.01	MATERIALES DE ESCRITORIO				S/. 4,121.85
	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
	TINTA	KIT	4.00	150.00	600.00
	FOLDER A-4 CON FASTENER (FILE)	UND	200.00	1.00	200.00
	FOLIADOR	UND	2.00	45.00	90.00
	MICAS	PQT	20.00	7.00	140.00
	POSIT CUADRADO DE COLORES	PQT	2.00	8.00	16.00
	ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-5 PEQUEÑO	UND	30.00	5.00	150.00
	CINTA DE EMBALAJE DE 1"	UND	10.00	3.00	30.00
	GRAPAS	CJA	10.00	3.00	30.00
	LAPIZ TÉCNICO CON PORTAMINAS	UND	4.00	5.00	20.00
	FRANELA ROJA	MTS	20.00	7.00	140.00
	CLIP PEQUEÑO POR 100 UND	CJA	4.00	1.50	6.00
	JEUGO DE REGLAS DE 30 CM	JGO	1.00	15.00	15.00
	VINIFÁN TAMAÑO OFICIO	UND	7.00	5.00	35.00
	TIEJERA GRANDE	UND	2.00	5.00	10.00
	CLIP TIPO MARIPOSA GRANDE POR 50 UND	CIA	3.00	10.00	30.00
	FOLDER PLASTIFICADO A-4	UND	10.00	4.50	45.00
	TABLERO DE PLÁSTICO A-4	UND	10.00	8.69	86.85
	ORGANIZADORES DE PAPEL DE 3 NIVELES ACRILICO	UND	2.00	20.00	40.00
	TINTA PARA TAMPÓN COLOR NEGRO	UND	3.00	5.00	15.00
	TINTA PARA TAMPÓN COLOR AZUL	UND	3.00	5.00	15.00
	BOLIGRAFO TINTA LÍQUIDA DE 12 UND	CJA	1.00	36.00	36.00
	ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-4	UND	24.00	6.00	144.00
	BORRADOR BR40	UND	4.00	1.00	4.00
	CD DISCO COMPACTO GRABABLE	CJA	1.00	60.00	60.00
	CINTA MASKING X 1/2"	UND	4.00	5.50	22.00
	CORRECTOR	UND	6.00	5.00	30.00
	CUADERNO 50 HOJAS	UND	6.00	1.50	9.00
	CUADERNO PARA CONTROL DE ALMACEN	UND	4.00	45.00	180.00
	CUADERNO DE ACTAS	UND	2.00	40.00	80.00
	CUADERNO ESPIRALADO TAMAÑO A4 200 HIAS	UND	10.00	10.00	100.00
	CUTER GRANDE	UND	2.00	8.00	16.00
	ENGRAMPADOR GRANDE INDUSTRIAL	UND	2.00	40.00	80.00
	ENGRAMPADOR TIPO ALICATE	UND	1.00	50.00	50.00
	PERFORADOR	UND	1.00	50.00	50.00
	FASTENERX50 UND	CJA	4.00	6.00	24.00
	LAPICERO AZUL/NEGRO 033 FABER CASTELL	CJA	1.00	20.00	20.00
	PAPEL BOND 80 GR A-4	MLL	20.00	25.00	500.00
	PARTES DIARIOS MAQUINARIA 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00	250.00
	NOTAS ENTRADA DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00	250.00
	NOTAS DE SALIDAS DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00	250.00
	TARIETAS VISIBLES DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	PQT	2.00	50.00	100.00
	PEGAMENTO EN BARRA	UND	2.00	4.50	9.00
	PLUMONES DELGADOS FC 45	UND	6.00	0.50	3.00
	PLUMON INDELEBLE GRUESO DIFER. COLORES	CJA	4.00	5.00	20.00
	REPUESTOS PARA PORTAMINAS	UND	4.00	3.00	12.00
	RESALTADOR	UND	2.00	4.50	9.00
	SELLO DE OFICINA	UND	4.00	25.00	100.00
TOTAL					4,121.85
					S/. 11,400.00
OTROS SERVICIOS					S/. 11,400.00
	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
	SOAT	UND	1.00	150.00	150.00
	INSPECCION TÉCNICA	UND	1.00	250.00	250.00
	SEGUROS CONTRA ACCIDENTES	UND	3.00	800.00	2,400.00
	MANTENIMIENTO PERIÓDICO CAMIÓN COMPACTADOR	UND	2.00	1,200.00	2,400.00
	LLANTAS	UND	6.00	800.00	4,800.00
	FILTROS	UND	2.00	200.00	400.00
	ACEITES	MES	2.00	500.00	1,000.00
TOTAL					11,400.00
TOTAL GASTOS GENERALES					S/. 113,619.83

Anexo 16. Análisis de costos para residuos compactados en razón 1:3

PROYECTO		IMPACTO DE LA INTENSIDAD DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS SOBRE EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE LOS COSTOS DE RECOLECCIÓN				
ESPECÍFICA DE GASTOS						GASTOS GENERALES
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - PERSONAL						S/. 66360.3
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - BIENES						S/. 51838.17
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - SERVICIOS						S/. 11400
TOTAL GASTOS GENERALES						S/. 129598.47
DESAGREGADO DEL PRESUPUESTO ANALÍTICO						
GASTOS GENERALES						
PERSONAL - REMUNERACIONES						S/. 66360.3
1.00	RETRIBUCIONES COMPLEMENTARIAS-CONTRATOS A PLAZO FIJO					S/. 50400
1.01	JORNAL DEL EMPLEADO EVENTUAL					S/. 50400
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1	1	12	1800	21600
	AYUDANTE	2	1	12	1200	28800
	TOTAL					50400
2.00	OBLIGACIONES DEL EMPLEADOR					S/. 5760.3
2.01	ESSALUD (9%) DEL EMPLEADO EVENTUAL					S/. 4,914.00
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	175.50	2,106.00
	AYUDANTE	2.00	1.00	12.00	117.00	2,808.00
	TOTAL					4,914.00
2.02	SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO (1.55%) DEL EMPLEADO EVENTUAL					S/. 846.30
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	30.23	362.70
	AYUDANTE	2.00	1.00	12.00	20.15	483.60
	TOTAL					846.30
3.00	GASTOS VARIABLES Y OCASIONALES					S/. 8,400.00
3.01	BENEFICIOS (COMPENSACION POR TIEMPO DE SERVICIOS CTS) DEL EMPLEADO EVENTUAL					S/. 4,200.00
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	150.00	1,800.00
	ASISTENTE TÉCNICO DE OBRA	2.00	1.00	12.00	100.00	2,400.00
	TOTAL					4,200.00
3.02	VACACIONES TRUNCAS DEL EMPLEADO EVENTUAL					S/. 4,200.00
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	150.00	1,800.00
	ASISTENTE TÉCNICO DE OBRA	2.00	1.00	12.00	100.00	2,400.00
	TOTAL					4,200.00
4.00	AGUINALDOS Y GRATIFICACIONES					S/. 1,800.00
4.01	AGUINALDOS POR FIESTAS PATRIAS Y NAVIDAD DEL EMPLEADO EVENTUAL					S/. 1,800.00
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	600.00	600.00
	ASISTENTE TECNICO DE OBRA	2.00	1.00	12.00	600.00	1,200.00
	TOTAL					1,800.00
BIENES						S/. 51,838.17



1.00	VESTUARIO Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD					S/. 7,404.00
1.01	VESTUARIO					S/. 7,404.00
	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.		SUB TOTAL
	CASCOS DE PROTECCIÓN TIPO 3M COLOR BLANCO	UND	6.00	40.00		240.00
	RESPIRADO ESPECIAL PARA LIMPIEZA PÚBLICA	UND	6.00	80.00		480.00
	CHALECOS REFLECTIVOS	UND	12.00	82.00		984.00
	GUARDA POLVOS DE TRABAJO	UND	10.00	90.00		900.00
	CASACAS IMPERMEABLES	UND	6.00	150.00		900.00
	OVEROL V/O MAMELUCOS	UND	10.00	90.00		900.00
	ZAPATOS PUNTA DE ACERO TIPO CAT	PAR	10.00	300.00		3,000.00
	TOTAL					7,404.00
2.00	COMBUSTIBLE					S/. 30,887.32
2.01	COMBUSTIBLE					S/. 30,887.32
	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.		SUB TOTAL
	PETRÓLEO DIESEL	GLN	1,992.73	15.50		30,887.32
	TOTAL					30,887.32
3.00	EQUIPOS Y MOBILIARIO					S/. 9,425.00
3.01	EQUIPOS					S/. 9,425.00
	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.		SUB TOTAL
	COMPUTADORA PERSONAL COREL I7	UND	1.00	3,665.00		3,665.00
	IMPRESORA A COLOR MULTIFUNCIONAL TINTA CONTINUA	UND	1.00	1,150.00		1,150.00
	ESCRITORIO MELANINE 3 CAJONES	UND	1.00	380.00		380.00
	SILLA PARA ESCRITORIO ARCHIVADOR MELANINE 4 GAFETAS	UND	1.00	290.00		290.00
	SILLAS DE PLÁSTICO	UND	1.00	800.00		800.00
	PIZARRA ACRÍLICA 1.20x0.90	UND	10.00	28.00		280.00
	FOTOCOPIADORA	UND	1.00	200.00		200.00
	MEMORIA USB 8 GB	UND	1.00	2,500.00		2,500.00
	TOTAL					9,425.00
	BIENES DE CONSUMO					S/. 4,121.85
	MATERIALES DE ESCRITORIO					S/. 4,121.85
	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.		SUB TOTAL
	TINTA	KIT	4.00	150.00		600.00
	FOLDER A-4 CON FASTENER (FILE)	UND	200.00	1.00		200.00
	FOLIADOR	UND	2.00	45.00		90.00
	MICAS	PQT	20.00	7.00		140.00
	POSIT CUADRADO DE COLORES	PQT	2.00	8.00		16.00
	ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-5 PEQUEÑO	UND	30.00	5.00		150.00
	CINTA DE EMBALAJE DE 1"	UND	10.00	3.00		30.00
	GRAPAS	CJA	10.00	3.00		30.00
	LAPIZ TÉCNICO CON PORTAMINAS	UND	4.00	5.00		20.00
	FRANELA ROJA	MTS	20.00	7.00		140.00
	CLIP PEQUEÑO POR 100 UND	CJA	4.00	1.50		6.00
	JEUGO DE REGLAS DE 30 CM	JGO	1.00	15.00		15.00
	VINIFÁN TAMAÑO OFICIO	UND	7.00	5.00		35.00
	TIJERA GRANDE	UND	2.00	5.00		10.00
	CLIP TIPO MARIPOSA GRANDE POR 50 UND	CJA	3.00	10.00		30.00
	FOLDER PLASTIFICADO A-4	UND	10.00	4.50		45.00
	TABLERO DE PLÁSTICO A-4	UND	10.00	8.69		86.85
	ORGANIZADORES DE PAPEL DE 3 NIVELES ACRÍLICO	UND	2.00	20.00		40.00
	TINTA PARA TAMPÓN COLOR NEGRO	UND	3.00	5.00		15.00
	TINTA PARA TAMPÓN COLOR AZUL	UND	3.00	5.00		15.00
	BOLIGRAFO TINTA LÍQUIDA DE 12 UND	CJA	1.00	36.00		36.00
	ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-4	UND	24.00	6.00		144.00
	BORRADOR BR40	UND	4.00	1.00		4.00
	CD DISCO COMPACTO GRABABLE	CJA	1.00	60.00		60.00
	CINTA MASKING X 1/2"	UND	4.00	5.50		22.00
	CORRECTOR	UND	6.00	5.00		30.00
	CUADERNO 50 HOJAS	UND	6.00	1.50		9.00
	CUADERNO PARA CONTROL DE ALMACEN	UND	4.00	45.00		180.00
	CUADERNO DE ACTAS	UND	2.00	40.00		80.00
	CUADERNO ESPIRALADO TAMAÑO A4 200 HIAS	UND	10.00	10.00		100.00
	CUTER GRANDE	UND	2.00	8.00		16.00
	ENGRAMPADOR GRANDE INDUSTRIAL	UND	2.00	40.00		80.00
	ENGRAMPADOR TIPO ALICATE	UND	1.00	50.00		50.00
	PERFORADOR	UND	1.00	50.00		50.00
	FASTENERSSO UND	CJA	4.00	6.00		24.00
	LAPICERO AZUL/NEGRO 033 FABER CASTELL	CJA	1.00	20.00		20.00
	PAPEL BOND 80 GR A-4	MLL	20.00	25.00		500.00
	PARTES DIARIOS MAQUINARIA 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00		250.00
	NOTAS ENTRADA DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00		250.00
	NOTAS DE SALIDAS DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00		250.00
	TABLETAS VISIBLES DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	PQT	2.00	50.00		100.00
	PEGAMENTO EN BARRA	UND	2.00	4.50		9.00
	PLUMONES DELGADOS FC 45	UND	6.00	0.50		3.00
	PLUMON INDELEBLE GRUESO DIFER. COLORES	CJA	4.00	5.00		20.00
	REFUESTOS PARA PORTAMINAS	UND	4.00	3.00		12.00
	RESALTADOR	UND	2.00	4.50		9.00
	SELLO DE OFICINA	UND	4.00	25.00		100.00
	TOTAL					4,121.85

SERVICIOS						S/. 11,400.00
1.00	OTROS SERVICIOS					S/. 11,400.00
	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.		SUB TOTAL
	SOAT	UND	1.00	150.00		150.00
	INSPECCION TÉCNICA	UND	1.00	250.00		250.00
	SEGUROS CONTRA ACCIDENTES	UND	3.00	800.00		2,400.00
	MANTENIMIENTO PERIÓDICO CAMIÓN COMPACTADOR	UND	2.00	1,200.00		2,400.00
	LLANTAS	UND	6.00	800.00		4,800.00
	FILTROS	UND	2.00	200.00		400.00
	ACEITES	MES	2.00	500.00		1,000.00
	TOTAL					11,400.00
TOTAL GASTOS GENERALES						S/. 129,598.47

Anexo 17. Análisis de costos para residuos compactados en razón 1:5

1. Análisis de costos para residuos compactados en razón 1:5

PROYECTO		IMPACTO DE LA INTENSIDAD DE SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS SOBRE EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE LOS COSTOS DE RECOLECCIÓN					
ESPECÍFICA DE GASTOS							GASTOS GENERALES
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - PERSONAL							S/. 66360.3
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - BIENES							S/. 54946.07
COSTO POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA - SERVICIOS							S/. 11400
TOTAL GASTOS GENERALES							S/. 132706.37
DESAGREGADO DEL PRESUPUESTO ANALÍTICO							
GASTOS GENERALES							
PERSONAL - REMUNERACIONES							S/. 66360.3
1.00	RETRIBUCIONES COMPLEMENTARIAS-CONTRATOS A PLAZO FIJO						S/. 50400
1.01	JORNAL DEL EMPLEADO EVENTUAL						S/. 50400
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL	
	CHOFER	1	1	12	1800	21600	
	AYUDANTE	2	1	12	1200	28800	
	TOTAL						50400
2.00	OBLIGACIONES DEL EMPLEADOR						S/. 5760.3
2.01	ESSALUD (9%)						S/. 4,914.00
	DEL EMPLEADO EVENTUAL						
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL	
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	175.50	2,106.00	
	AYUDANTE	2.00	1.00	12.00	117.00	2,808.00	
	TOTAL						4,914.00
2.02	SEGURO COMPLEMENTARIO DE TRABAJO DE RIESGO (1.55%)						S/. 846.30
	DEL EMPLEADO EVENTUAL						
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL	
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	30.23	362.70	
	AYUDANTE	2.00	1.00	12.00	20.15	483.60	
	TOTAL						846.30
3.00	GASTOS VARIABLES Y OCASIONALES						
3.01	BENEFICIOS (COMPENSACION POR TIEMPO DE SERVICIOS CTS)						
	DEL EMPLEADO EVENTUAL						
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL	
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	150.00	1,800.00	
	ASISTENTE TÉCNICO DE OBRA	2.00	1.00	12.00	100.00	2,400.00	
	TOTAL						4,200.00
3.02	VACACIONES TRUNCAS						
	DEL EMPLEADO EVENTUAL						
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL	
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	150.00	1,800.00	
	ASISTENTE TÉCNICO DE OBRA	2.00	1.00	12.00	100.00	2,400.00	
	TOTAL						4,200.00
4.00	AGUINALDOS Y GRATIFICACIONES						
4.01	AGUINALDOS POR FIESTAS PATRIAS Y NAVIDAD						
	DEL EMPLEADO EVENTUAL						
	CARGO	N° DE PERSONAS	COEF. PARTIC.	MESES	COSTO	SUB TOTAL	
	CHOFER	1.00	1.00	12.00	600.00	600.00	
	ASISTENTE TECNICO DE OBRA	2.00	1.00	12.00	600.00	1,200.00	
	TOTAL						1,800.00
BIENES							
1.00	VESTUARIO Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD						
1.01	VESTUARIO						
	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL		
	CASCOS DE PROTECCIÓN TIPO 3M COLOR BLANCO	UND	6.00	40.00	240.00		
	RESPIRADO ESPECIAL PARA LIMPIEZA PÚBLICA	UND	6.00	80.00	480.00		
	CHALECOS REFLECTIVOS	UND	12.00	82.00	984.00		
	GUARDA POLVOS DE TRABAJO	UND	10.00	90.00	900.00		
	CASACAS IMPERMEABLES	UND	6.00	150.00	900.00		
	OBEROL Y/O MAMELUCOS	UND	10.00	90.00	900.00		
	ZAPATOS PUNTA DE ACERO TIPO CAT	PAR	10.00	300.00	3,000.00		
	TOTAL						7,404.00



2.00	COMBUSTIBLE				S/. 33,995.22
2.01	COMBUSTIBLE				S/. 33,995.22
	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
	PETRÓLEO DIESEL	GLN	2,193.24	15.50	33,995.22
	TOTAL				33,995.22
3.00	EQUIPOS Y MOBILIARIO				S/. 9,425.00
3.01	EQUIPOS				S/. 9,425.00
	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
	COMPUTADORA PERSONAL COREL I7	UND	1.00	3,665.00	3,665.00
	IMPRESORA A COLOR MULTIFUNCIONAL TINTA CONTINUA	UND	1.00	1,150.00	1,150.00
	ESCRITORIO MELANINE 3 CAJONES	UND	1.00	380.00	380.00
	SILLA PARA ESCRITORIO	UND	1.00	290.00	290.00
	ARCHIVADOR MELANINE 4 GAVETAS	UND	1.00	800.00	800.00
	SILLAS DE PLÁSTICO	UND	10.00	28.00	280.00
	PIZARRA ACRÍLICA 1.20x0.90	UND	1.00	200.00	200.00
	FOTOCOPIADORA	UND	1.00	2,500.00	2,500.00
	MEMORIA USB 8 GB	UND	4.00	40.00	160.00
	TOTAL				9,425.00
4.00	BIENES DE CONSUMO				S/. 4,121.85
4.01	MATERIALES DE ESCRITORIO				S/. 4,121.85
	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
	TINTA	KIT	4.00	150.00	600.00
	FOLDER A-4 CON FASTENER (FILE)	UND	200.00	1.00	200.00
	FOLIADOR	UND	2.00	45.00	90.00
	MICAS	PQT	20.00	7.00	140.00
	POSIT CUADRADO DE COLORES	PQT	2.00	8.00	16.00
	ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-5 PEQUEÑO	UND	30.00	5.00	150.00
	CINTA DE EMBALAJE DE 1"	UND	10.00	3.00	30.00
	GRAPAS	CJA	10.00	3.00	30.00
	LAPIZ TÉCNICO CON PORTAMINAS	UND	4.00	5.00	20.00
	FRANELA ROJA	MTS	20.00	7.00	140.00
	CLIP PEQUEÑO POR 100 UND	CJA	4.00	1.50	6.00
	JEUGO DE REGLAS DE 30 CM	JGO	1.00	15.00	15.00
	VINIFÁN TAMAÑO OFICIO	UND	7.00	5.00	35.00
	TIEJERA GRANDE	UND	2.00	5.00	10.00
	CLIP TIPO MARIPOSA GRANDE POR 50 UND	CJA	3.00	10.00	30.00
	FOLDER PLASTIFICADO A-4	UND	10.00	4.50	45.00
	TABLERO DE PLÁSTICO A-4	UND	10.00	8.69	86.85
	ORGANIZADORES DE PAPEL DE 3 NIVELES ACRILICO	UND	2.00	20.00	40.00
	TINTA PARA TAMPÓN COLOR NEGRO	UND	3.00	5.00	15.00
	TINTA PARA TAMPÓN COLOR AZUL	UND	3.00	5.00	15.00
	BOLIGRAFO TINTA LÍQUIDA DE 12 UND	CJA	1.00	36.00	36.00
	ARCHIVADOR DE LOMO ANCHO PARA FORMATO A-4	UND	24.00	6.00	144.00
	BORRADOR BR40	UND	4.00	1.00	4.00
	CD DISCO COMPACTO GRABABLE	CJA	1.00	60.00	60.00
	CINTA MASKING X 1/2"	UND	4.00	5.50	22.00
	CORRECTOR	UND	6.00	5.00	30.00
	CUADERNO 50 HOJAS	UND	6.00	1.50	9.00
	CUADERNO PARA CONTROL DE ALMACEN	UND	4.00	45.00	180.00
	CUADERNO DE ACTAS	UND	2.00	40.00	80.00
	CUADERNO ESPIRALADO TAMAÑO A4 200 HJAS	UND	10.00	10.00	100.00
	CUTER GRANDE	UND	2.00	8.00	16.00
	ENGRAMPADOR GRANDE INDUSTRIAL	UND	2.00	40.00	80.00
	ENGRAMPADOR TIPO ALICATE	UND	1.00	50.00	50.00
	PERFORADOR	UND	1.00	50.00	50.00
	FASTENERX50 UND	CJA	4.00	6.00	24.00
	LAPICERO AZUL/NEGRO 033 FABER CASTELL	CJA	1.00	20.00	20.00
	PAPEL BOND 80 GR A-4	MLL	20.00	25.00	500.00
	PARTES DIARIOS MAQUINARIA 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00	250.00
	NOTAS ENTRADA DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00	250.00
	NOTAS DE SALIDAS DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	BLOCK	10.00	25.00	250.00
	TARJETAS VISIBLES DE ALMACÉN 1X3 AUTOCOPIAS	PQT	2.00	50.00	100.00
	PEGAMENTO EN BARRA	UND	2.00	4.50	9.00
	PLUMONES DELGADOS FC 45	UND	6.00	0.50	3.00
	PLUMON INDELEBLE GRUESO DIFER. COLORES	CJA	4.00	5.00	20.00
	REPUESTOS PARA PORTAMINAS	UND	4.00	3.00	12.00
	RESALTADOR	UND	2.00	4.50	9.00
	SELLO DE OFICINA	UND	4.00	25.00	100.00
	TOTAL				4,121.85
SERVICIOS					S/. 11,400.00
1.00	OTROS SERVICIOS				S/. 11,400.00
	DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
	SOAT	UND	1.00	150.00	150.00
	INSPECCION TÉCNICA	UND	1.00	250.00	250.00
	SEGUROS CONTRA ACCIDENTES	UND	3.00	800.00	2,400.00
	MANTENIMIENTO PERIÓDICO CAMIÓN COMPACTADOR	UND	2.00	1,200.00	2,400.00
	LLANTAS	UND	6.00	800.00	4,800.00
	FILTROS	UND	2.00	200.00	400.00
	ACEITES	MES	2.00	500.00	1,000.00
	TOTAL				11,400.00
TOTAL GASTOS GENERALES					S/. 132,706.37

Anexo 18. Flujograma de acciones en la investigación

