

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE
COMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN
EL DISTRITO DE CATACHE, PROVINCIA DE SANTA CRUZ-
CAJAMARCA; PARA EL CULTIVO DE GRANADILLA ORGÁNICA**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Juan Jose Quispe Estela

ASESOR

Ing. Diana Peche Cieza

Chiclayo, 2019

DEDICATORIA

A Dios por brindarme las fuerzas necesarias para poder lograr mi objetivo, seguir adelante y no caer frente a las adversidades. También por darme salud, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por su abnegado e incondicional esfuerzo por darme su apoyo incondicional, además de estar a mi lado en todo momento, apoyándome y brindándome mucho amor y comprensión.

A mis hermanos, quienes estuvieron brindándome su apoyo y confianza.

A mis profesores por brindarme los conocimientos necesarios para desempeñarme en mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios mi inspiración más grande, el cual estuvo presente en toda mi carrera universitaria y me supo dar la suficiente fortaleza y sabiduría cada día.

A mis padres y mis hermanos quienes siempre me dieron fuerza y motivación para poder culminar mi carrera.

A la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo por mi formación como profesional.

A mi asesora de tesis Ing. Diana Peche Cieza, Ing. Sonia Salazar Zegarra y Joselito Sánchez Pérez; que con sus conocimientos impartidos me pudo guiar y corregir los errores en cada capítulo de esta tesis.

A la Municipalidad Distrital de Catache. Por abrirme las puertas brindarme las facilidades y apoyarme con las distintas caracterizaciones y tipificación de residuos sólidos y permitirme realizar esta investigación.

RESUMEN

El presente trabajo ha propuesto la implementación de una planta compostera en el Distrito de Catache con la finalidad de hacer uso de los residuos orgánicos para la producción de compost generando abono para ser vendido a la Asociación Chontaloma empresa que producirá granadilla orgánica con calidad de exportación y tiene una demanda mínima de 1 040 t en el año 2019.

En esta investigación se analizó la demanda de compost a nivel macro y micro región lo que permite tener un panorama del consumo de compost; tanto en la región Cajamarca, Catache y por ende en la Asociación Chontaloma que tiene una demanda máxima de 1 040 t de compost, en el análisis de la oferta anual de 276,22 t de residuos generados se obtuvo 209,9 t de compost en el Distrito de Catache durante el año ; con tales datos se ha realizado el balance de oferta y demanda que para el año 2020 presenta una demanda insatisfecha de 830,07 t de abono.

En el estudio se determinó la composición de los residuos orgánicos así como sus respectivas proporciones en que son producidas, se muestra también una aproximación de la relación carbono nitrógeno que tiene un valor de 14,09 que se encuentra dentro del margen óptimo; ya que debe ser siempre menor a 30 y mayor a 12 como es en este caso.

Como la producción de compost es a partir de residuos sólidos orgánicos, se contempló la necesidad de realizar un plan de segregación en el origen y una ardua sensibilización para no tener pérdidas de materia prima que son los residuos orgánicos.

La planta compostera tendrá una capacidad de producción de 209,9 t/año la misma que es restringida por su demanda de residuos orgánicos, la inversión total asciende a S/ 196 626,6 monto el cual será asumido por la misma Municipalidad, convirtiéndose la planta de compostaje en un amortiguador de la contaminación y sustento de sí misma, vendiendo el producto a la Asociación Chontaloma para su cultivo.

De acuerdo a la evaluación económica se obtuvo un costo beneficio con un valor de 2,84; lo que quiere decir que además de recuperar lo invertido se obtiene una ganancia de S/. 1,84.

Palabras claves: Planta compostera, residuos orgánicos, compost, contaminación.

ABSTRACT

The present work has proposed the implementation of a composting plant in the District of Catache with the purpose of making use of organic waste for the production of compost which will produce fertilizer to be sold to the Chontaloma Association, a company that will produce organic granadilla with quality for export and has a minimum demand of 1 040 t in the year 2019.

This research has analyzed the demand for compost at the macro and micro regions, which allows us to have an overview of the consumption of compost both in the Cajamarca, Catache region and therefore in the Chontaloma Association that has a maximum demand of 1040 t of compost, in the analysis of the annual supply of 209.9 tons of compost that has been obtained from 276.22 tons of waste generated in the District of Catache during the year; With these data, the supply and demand balance has been made, which for the year 2020 shows an unsatisfied demand of 830.07 t of fertilizer.

In the study, the composition of the organic waste was determined, as well as the respective proportions in which they are produced. An approximation of the carbon nitrogen ratio is also shown, which has a value of 14.09, which is within the optimum range since it must always be less than 30 and greater than 12 as it is in this case.

As the production of compost is from organic solid waste, it was considered the need to carry out a segregation plan at the origin and an arduous awareness to avoid losses of raw material that are organic waste.

The compost plant will have a production capacity of 209.9 t / year, which is restricted by its demand for organic waste, the total investment amounts to S / 196 626.6, which amount will be assumed by the same municipality, becoming the composting plant in a buffer of pollution and self-support, selling the product to the Chontaloma Association for its cultivation.

According to the economic evaluation, a cost benefit with a value of 2.84 was obtained; which means that in addition to recovering the investment, a profit of S /. 1,84.

Keywords: plant compost, compost, organic waste and pollution.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE	6
I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	16
2.1. Antecedentes del problema.....	16
2.2. Fundamentos teóricos	18
2.2.1. Residuos Sólidos	18
2.2.1.1. Definición.....	18
2.2.1.2. Clasificación de Residuos Sólidos	18
2.2.2. Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	20
2.2.2.1. Definición.....	20
2.2.2.2. Problemas con los residuos sólidos urbanos	21
2.2.2.3. Alternativas de manejo de los residuos sólidos municipales	23
2.2.2.4. El manejo integral	27
2.2.2.5. Etapas de un Plan de Gestión de Residuos.....	28
2.2.3. Residuos Sólidos Orgánicos.....	31
2.2.3.1. Definición.....	31
2.2.3.2. Tratamiento	31
2.2.4. Compostaje.....	32
III. RESULTADOS	38
3.1. Análisis de la oferta y demanda de compost a nivel de micro y macro Región.....	38
3.1.1. Objetivo.....	38
3.1.2. Producto en el mercado	38
3.1.2.1. Producto.....	38
3.1.2.2. Propiedades de calidad del compost.....	38
3.1.2.3. Uso.....	39
3.1.2.4. Productos sustitutos y similares.....	39
3.1.3. Zona de influencia del proyecto	40
3.1.3.1. Factores que determinan el área de mercado.....	40
3.1.3.2. Área de mercado seleccionada	40

3.1.4. Análisis de la demanda.....	41
3.1.4.1. Características de los consumidores	41
3.1.4.2. Situación actual de la demanda	41
3.1.4.3. Situación futura.....	43
3.1.5. Análisis de la oferta en de la planta compostera	45
3.1.6. Demanda insatisfecha (Balance de oferta y demanda)	47
3.1.7. Precios	48
3.1.8. Plan de ventas.....	49
3.1.9. Comercialización del producto	49
3.2. Composición de residuos orgánicos producidos por el Distrito de Catache	50
3.3. Plan de manejo de residuos orgánicos, para la recolección efectiva teniendo en cuenta el crecimiento poblacional del Distrito.....	52
3.3.1. Aspectos generales	52
3.3.1.1. Alcance	52
3.3.1.2. Objetivos.....	52
3.3.1.3. Base legal.....	52
3.3.1.4. Unidad responsable de la implementación	52
3.3.1.5. Participación de entidades involucradas	53
3.3.1.6. Beneficios	53
3.3.2. Programa de segregación en la fuente.....	53
3.3.2.1. Participantes del programa	54
3.3.2.2. Recolección selectiva de los residuos.....	55
3.3.2.3. Selección de zonas por la municipalidad de Catache	56
3.3.2.4. Horarios y frecuencia.....	57
3.3.2.5. Rutas de recolección selectiva del programa de segregación	57
3.3.2.6. Aspectos administrativos del programa.....	57
3.3.2.7. Educación y sensibilización ambiental.....	60
3.3.2.8. Incentivos para la promoción de la participación ciudadana.....	62
3.3.2.9. Sistematización de resultados	63
3.3.2.10. Cronograma de implementación.....	64
3.3.3. Almacenamiento de residuos	65
3.3.3.1. Almacenamiento domiciliario	65
3.3.3.2. Instalación de papeleras.....	65
3.3.3.3. Implementación de puntos limpios.....	66
3.3.4. Servicio de barrido	67

3.3.4.1. Ejecución del servicio.....	67
3.3.4.2. Estrategia y metodología	68
3.3.4.3. Rutas de barrido.....	69
3.3.4.4. Equipos y herramientas	70
3.3.4.5. Medición del servicio	71
3.3.5. Recolección y transporte de los residuos	71
3.3.5.1. Método de vereda o acera.....	71
3.3.5.2. Metodología de ejecución del servicio	72
3.3.5.3. Frecuencias y horarios de ejecución del servicio	74
3.3.5.4. Rutas de recolección.....	75
3.3.5.5. Normas generales de conducta	76
3.3.6. Tratamiento de residuos	76
3.3.7. Disposición final de los residuos recolectados en el Distrito.....	77
3.3.7.1. Consideraciones generales del botadero controlado municipal.....	77
3.3.7.2. Materia prima e insumos	78
3.3.7.3. Etapas de operación	79
3.3.7.4. Operación en temporadas de lluvias.....	80
3.3.7.5. Prevención de molestias	81
3.3.7.6. Labores de mantenimiento.....	82
3.3.8. Salud ocupacional	83
3.3.8.1. Indumentaria y equipos de protección personal	83
3.3.8.2. Exámenes ocupacionales	84
3.3.8.3. Carnet de inmunización	84
3.3.8.4. Registros de accidentes de trabajo del personal que maneja los residuos sólidos.....	84
3.3.9. Informes a la autoridad.....	86
3.3.10. Programa de control y monitoreo de los residuos solidos.....	87
3.3.11. Indicadores del sistema de gestión y manejo de residuos sólidos.....	88
3.3.12. Programa de capacitación.	89
3.3.12.1. Estructura del programa de capacitación.....	89
3.3.12.2. Público objetivo.....	90
3.3.12.3. Frecuencia.....	90
3.3.12.4. La Evaluación.....	90
3.3.12.5. El Informe.....	90
3.4. Elaborar el diseño de Ingeniería de una planta de compostaje.....	91

3.4.1. Aspectos técnicos de localización.....	91
3.4.1.1. Aspectos geográficos.....	91
3.4.1.2. Aspectos socioeconómicos y culturales.....	91
3.4.1.3. Infraestructura.....	92
3.4.2. Macro localización.....	92
3.4.2.1. Análisis de los factores de localización.....	92
3.4.3. Micro localización.....	96
3.4.4. Tamaño de planta.....	101
3.4.4.1. Factores que determinan el tamaño de planta.....	101
3.4.4.2. Factores que determinan los límites del tamaño de planta.....	105
3.4.5. Ingeniería y tecnología.....	105
3.4.5.1. Proceso global.....	105
3.4.5.2. Tecnología.....	110
3.4.5.3. Distribución de planta.....	119
3.4.6. Seguridad Industrial.....	127
3.4.7. Recursos Humanos.....	128
3.4.3.1 Entorno socioeconómico.....	128
3.4.3.2 Organigrama.....	129
3.4.8. Cronograma de ejecución.....	130
3.4.9. Estudio de impacto ambiental.....	131
3.4.9.1. Descripción de las etapas del proyecto:.....	131
3.4.9.2. Recursos a emplear.....	131
3.4.9.3. Descripción del ambiente.....	132
3.4.9.4. Identificación y evaluación de los impactos potenciales.....	133
3.5. Análisis Costo - Beneficio.....	134
3.5.1. Inversiones para la implementación.....	134
3.5.1.1. Requerimiento de mobiliario y equipos de escritorio.....	135
3.5.1.2. Equipos y herramientas de trabajo.....	135
3.5.1.3. Inversión en vestimenta y EPP.....	138
3.5.1.4. Inversión en capacitaciones.....	140
3.5.1.5. Inversión en contratación de nuevos operarios.....	141
3.5.1.6. Inversión total.....	141
3.5.2. Ingresos.....	142
3.5.2.1. Sanciones y multas por incumplir el Reglamento de Residuos Sólidos.....	142
3.5.2.2. Sanciones por inadecuado manejo de residuos.....	142

3.5.3. Relación costo beneficio.	144
3.5.4. Relación costo beneficio ambiental y social.	146
IV. CONCLUSIONES.	148
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	149
VI. ANEXOS.	152
ANEXO 1: Cálculo de la demanda insatisfecha proyectada.	152
ANEXO 2: Cálculo de los precios de abono orgánico proyectados.	153
ANEXO 3: Cálculo del área de compostaje.	154
ANEXO 4: Caracterización de RSU de agosto del 2015.	156
ANEXO 5: Mapa del Distrito de Catache.	169
ANEXO 6: Recolección de residuos municipales.	170
ANEXO 7: Registro de control de peso de los residuos sólidos.	172
ANEXO 8: Registro de servicio de barrido de calles y espacio públicos.	172
ANEXO 9: Registro de residuos sólidos recolectados.	173
ANEXO 10: Registro de accidentes de trabajo.	174
ANEXO 11: Registro de viviendas que participan del programa de segregación.	175
ANEXO 12: Registro de viviendas que participan del programa de segregación.	176
ANEXO 13: Registro para la disposición final de residuos sólidos en el botadero controlado municipal.	176
ANEXO 14: Formato de asistencia a capacitaciones.	178
ANEXO 15: Registro de componentes de desempeños ambientales evaluados.	178
ANEXO 16: Formato para pagos del servicio de limpieza pública.	179
ANEXO 17: Formato para pagos del servicio de limpieza pública.	179
ANEXO 18: Formato para reclamos atendidos.	180
ANEXO 19: Proformas para criterios de selección de maquinaria.	181
ANEXO 20: Diseño de rutas de recolección de residuos del Distrito de Catache.	185
ANEXO 21: Especificaciones técnicas de los equipos de protección personal.	186
ANEXO 22: Cartas de autorización de tesis del municipio de Catache.	194

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas del compostaje en relación al tiempo, temperatura y pH.	33
Figura 2: Pilas estáticas o parvas.	36
Figura 3: Tipos de recipientes usados como compostera.	37
Figura 4: Ficha técnica de modelo de contenedor propuesto para el servicio de barrido.	71
Figura 5: Esquema para identificación de los vehículos recolectores.....	76
Figura 6: Ubicación del botadero de residuos sólidos de Catache.....	77
Figura 7: Ubicación de Cajamarca en el territorio peruano.	97
Figura 8: Ubicación del Distrito de Catache en el territorio de la región Cajamarca.	98
Figura 9: Ubicación de la planta compostera en el Distrito de Catache.....	99
Figura 10: Ubicación de la planta compostera con respecto a la asociación Chontaloma en el Distrito de Catache.	100
Figura 11: Diagrama de flujo del compostaje.	108
Figura 12: Fórmula para la determinación del número de máquinas.....	110
Figura 13: Gráfico comparativo de tiendas de motocicletas.....	110
Figura 14: Gráfico comparativo de tiendas de trituradora.	111
Figura 15: Gráfico comparativo de tiendas de maquinaria de volteo de compost.	112
Figura 16: Gráfico comparativo de tiendas de generadores eléctricos.....	112
Figura 17: Determinación final de la proximidad de las áreas.....	125
Figura 18: Plano de diseño y distribución de la planta de compostaje.	126
Figura 19: Propuesta de organigrama de Planta de compostaje.	130
Figura 20: Sección de la pila de compostaje.	154

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fuentes de Generación de Residuos Sólidos con sus Respectivos Tipos de Residuos Sólidos.....	20
Tabla 2: Reacciones de Descomposición de la Materia Orgánica de los RSU que Generan Olores Malolientes.....	22
Tabla 3: Propiedades del Compost a Producir.....	39
Tabla 4: Indicadores de Calidad de Productos Sustitutos del Compost.....	40
Tabla 5: Consumo de Fertilizantes Químicos en Cajamarca.	41
Tabla 6: Demanda de compost en la región de Cajamarca.	42
Tabla 7: Demanda de compost en el Distrito de Catache.	42
Tabla 8: Demanda futura de compost en la Región de Cajamarca.	43
Tabla 9: Demanda futura de compost en el Distrito de Catache.	44
Tabla 10: Demanda futura de compost en la asociación Chontaloma.	45
Tabla 11: Oferta de compost con respecto a la materia prima adquirida.	46
Tabla 12: Oferta de compost con respecto a los datos de la Tabla 11.	47

Tabla 13: Balance de la oferta y la demanda.....	47
Tabla 14: Precios por tonelada de los diferentes abonos en Cajamarca.....	48
Tabla 15: Proyección de precios por tonelada de los diferentes abonos en Cajamarca.....	49
Tabla 16: Plan de ventas anual.....	49
Tabla 17: Composición de los residuos orgánicos generados en el casco urbano del Distrito de Catache.....	50
Tabla 18: Porcentajes y cantidades de Carbono, Nitrógeno y Humedad.....	51
Tabla 19: Viviendas en el Distrito de Catache a nivel casco urbano y rurales aledaños.....	54
Tabla 20: Centros educativos que se han tomado en cuenta para el proyecto.....	55
Tabla 21: Proceso de recolección selectiva.....	56
Tabla 22: Sectores participantes del programa.....	57
Tabla 23: Horarios y frecuencia de recolección.....	57
Tabla 24: Campaña de sensibilización.....	60
Tabla 25: Campaña de sensibilización.....	64
Tabla 26: Criterios de selección.....	66
Tabla 27: Ubicación de los puntos limpios en el Distrito de Catache.....	67
Tabla 28: Horario del servicio de barrido.....	67
Tabla 29: Rutas de barrido.....	69
Tabla 30: Frecuencias y horarios de recolección.....	75
Tabla 31: Indumentaria y equipos de protección.....	83
Tabla 32: Control y Monitoreo de los Residuos Sólidos.....	87
Tabla 33: Indicadores de gestión y manejo de residuos sólidos para el Municipio de Catache.....	88
Tabla 34: Temas de Capacitaciones.....	89
Tabla 35: Temas a exponer en el programa de capacitación.....	90
Tabla 36: Generación per cápita domiciliaria 2013, según región.....	93
Tabla 37: Tasa de ocupación y desempleo, según departamento, 2014.....	94
Tabla 38: Codificación de los factores de ponderación.....	95
Tabla 39: Ponderación de factores.....	96
Tabla 40: Resultados de la calificación y puntuación de los factores con respecto a las regiones consideradas.....	96
Tabla 41: Características de la maquinaria de Producción.....	101
Tabla 42: Producción de Compost de acuerdo a la cantidad de RSO.....	102
Tabla 43: Consumo de agua de la planta compostera en m ³	103
Tabla 44: Consumo de Combustible de la Planta Compostera.....	103
Tabla 45: Características de moto furgón.....	113
Tabla 46: Características de generador eléctrico.....	113
Tabla 47: Características de máquina de volteo de compost.....	114
Tabla 48: Características de máquina de trituradora.....	114
Tabla 49: Características de instrumentos.....	115
Tabla 50: Determinación de número de Maquinaria.....	116
Tabla 51: Maquinaria de Procesamiento.....	116
Tabla 52: Equipo Portátil de Procesamiento.....	116
Tabla 53: Equipo de Protección Personal.....	117
Tabla 54: Depreciación Tributaria de Maquinaria y Equipos.....	118
Tabla 55: Cálculo del Área de Recepción y Compostaje.....	119

Tabla 56: Cálculo del Área de Acondicionamiento.	119
Tabla 57: Cálculo del Área de Almacén de Producto Terminado.	120
Tabla 58: Cálculo del Área de Almacén de Herramientas y Maquinaria.	120
Tabla 59: Cálculo del Área de Laboratorio.	120
Tabla 60: Cálculo del Área de Seguridad.	121
Tabla 61: Cálculo del Área de Oficina.	121
Tabla 62: Cálculo del Área de Vestuario.	121
Tabla 63: Cálculo del Área de Comedor.	122
Tabla 64: Cálculo del Área de Baños.	122
Tabla 65: Cálculo del Área de Generación Eléctrica.	122
Tabla 66: Área Total de la Planta Compostera.	123
Tabla 67: Valores de proximidad.	124
Tabla 68: Motivo para el valor de proximidad.	124
Tabla 69: Grado de importancia entre áreas.	125
Tabla 70: Riesgos en los puestos de trabajo.	128
Tabla 71: Equipos de protección personal.	128
Tabla 72: Data de ingreso mensual por Departamento.	129
Tabla 73: El calendario de inversiones se muestra en la planta de compostaje.	130
Tabla 74: Cronograma de Capacitaciones.	131
Tabla 75: Desarrollo del Método de Leopold.	133
Tabla 76: Costos de mobiliario y equipos de oficina.	135
Tabla 77: Costo de equipos para compostaje.	136
Tabla 78: Herramientas que se usarán en la planta compostera y programa de segregación en la fuente.	137
Tabla 79: Inversión en exámenes médicos.	138
Tabla 80: Indumentaria y equipos de protección personal de trabajo.	139
Tabla 81: Inversión de capacitaciones.	140
Tabla 82: Inversión en contratación de personal.	141
Tabla 83: Inversión total.	142
Tabla 84: Sanciones y multas por inadecuado manejo y disposición de residuos.	143
Tabla 85: Sanciones y multas por inadecuado manejo y disposición de residuos.	145
Tabla 86: Relación del costo - beneficio ambiental.	146
Tabla 87: Relación del Costo - Beneficio Social.	147

I. INTRODUCCIÓN

El manejo de residuos sólidos en América Latina y en los países en vías de desarrollo enfrenta problemas comunes: explosión demográfica, cantidad cada vez mayor de residuos, crisis económica que ha obligado a reducir el gasto público y a mantener tarifas bajas para su eliminación, morosidad en el pago por el servicio municipal, debilidad institucionalidad, y carencia de educación y participación vecinal sanitaria, entre otros.

Una de las situaciones más críticas que enfrenta nuestro país desde años atrás es la problemática ambiental y sus causas donde tienen que ver con el limitado acceso a los servicios ambientales, la exposición a emisiones y desechos, la pérdida de recursos naturales, los riesgos ambientales por inadecuada ocupación del territorio. De acuerdo al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) [1], de 193 municipalidades provinciales solo 12 arrojan sus residuos sólidos en rellenos sanitarios, el resto los elimina en botaderos informales.

En América Latina las experiencias en compostación resultan ser recientes, apareciendo en los años ochenta en Brasil, Guatemala, Chile, y Colombia; en éstos países se empieza a conocer de plantas operadas manualmente a nivel de pequeños y medianos municipios y a nivel barrial. Generalmente el desarrollo de estas experiencias surge como una alternativa tecnológica al creciente manejo y disposición final de las basuras en áreas urbanas como afirma Román *et al* [2].

El departamento de Cajamarca, produce un poco más de 100 toneladas diarias de basura, con un estimado per cápita de aproximadamente 500 gramos por cada ciudadano. El botadero de Shudal colmató y superó largamente su capacidad de instalación, y ya era una amenaza y un riesgo para la salud humana y para el ambiente. En algunos casos los residuos sólidos no recolectados, terminan en el río San Lucas, en los sistemas de alcantarillado obstruyendo los desagües y tirados en las calles o en botaderos informales, con acumulaciones de agua, malos olores y proliferación de moscas. Otros queman su basura en sus casas o en las calles con la consiguiente contaminación del aire.

El distrito de Catache está localizado a una altura de 1 355 msnm, en la provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca. Con una superficie de 609,16 Km²; ocupando el 42,96% de la provincia; es uno de los once distritos que conforman la provincia; bajo la administración del Gobierno Regional de Cajamarca; dicho distrito tiene un clima semi-tropical que su temperatura promedio es de 30 °C en verano y 27 °C en invierno en la capital.

Según INEI [3]. Indica que el distrito de Catache cuenta con una población en el año 2 015 un total de 10 010 habitantes y la población en su casco urbano actualmente es de 2 111 habitantes; los cuales tienen una producción per cápita de residuos de 0,4 Kg/hab con una producción promedio de 24 032 Kg mensual de residuos sólidos totales y un acumulado de 120 160 Kg en 5 meses de los cuales solo 878 Kg son residuos orgánicos con potencial para ser convertidos en compost.

Actualmente, los residuos recogidos en el distrito de Catache, son arrojados al botadero que se encuentra en la ribera del río Chancay en el kilómetro 29 carretera Cumbil - Santa Cruz, los cuales en tiempo de lluvias y por las corrientes de viento son arrastrados hacia la parte baja del cerro teniendo como destino final el río Chancay, ocasionando la contaminación de esta fuente de agua, en el que se practica la pesca artesanal, además este recurso es usado

para el riego en la región Lambayeque y otras actividades recreativas por las familias.

De implantarse una planta de compostaje ayudaría a disminuir la cantidad de residuos arrojados a la fuente siendo la mayor contaminación por residuos orgánicos ya que tienen gran presencia por su mayor volumen. Dichos residuos además de ocasionar impacto ambiental negativo también es un foco de plagas y enfermedades para los animales y seres humanos que transitan por la zona. El distrito de Catache tiene como actividad principal la agricultura, se siembran cultivos de papa, yuca, maíz, camote, trigo, ajo; siendo los cultivos de mayor practica en la zona según afirmación de la Agencia Agraria [4].

La asociación Chontaloma, ubicada en el distrito de Catache provincia de Santa Cruz departamento de Cajamarca, dedicados a la agricultura requieren compost para su cultivo fijo de granadilla porque existe el uso desmesurado de fertilizantes químicos y al haber pobreza de terreno a causa de ello, cuenta con una extensión de terrenos de cultivo de 130 hectáreas; ya que el producto tendrá calidad de exportación; por lo que se desea obtener producto 100% orgánico para lo cual se requiere fertilizante orgánico. “Según información oficial de Promperú, en el primer trimestre de este año, las exportaciones de granadilla, considerando todas sus presentaciones, alcanzaron los 8 409,17 kilos, En el 2014, cerrando con 31 862,20 kilos (valor FOB: US\$ 69 848,38), por lo que para fines de 2015 espera exportar cerca de 36 mil kilos”, estimó la Ing. Ruth López Montañez, especialista del Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA) de Frutales, Entre nuestros principales mercados en el exterior están Italia, seguido de Holanda, Francia, Canadá y Alemania.

Para dar solución a lo expuesto se plantea la pregunta ¿Podrá ser factible la Instalación de una Planta para la producción de compost a partir de residuos orgánicos generados por la Municipalidad de Catache Provincia Santa Cruz – Cajamarca, para satisfacer las necesidades de la Asociación Chontaloma para el cultivo de 130 hectáreas de granadilla?, para tal efecto se plantea como objetivo general proponer la instalación de una planta para la producción de compost a partir de residuos orgánicos generados por la Municipalidad de Catache provincia Santa Cruz – Cajamarca y como objetivos específicos analizar la oferta y demanda de compost a nivel de micro y macro Región, determinar la composición de residuos orgánicos producidos por el distrito de Catache, diseñar un plan de recolección de residuos orgánicos, para la recolección efectiva teniendo en cuenta también el crecimiento poblacional del distrito, elaborar el diseño de Ingeniería de una planta de compostaje y realizar análisis costo beneficio.

La instalación de una planta para la producción de compost usará como materia prima los residuos orgánicos generados por el distrito de Catache; que produciría compost para satisfacer la demanda de la Asociación Chontaloma la que se dedica a la agricultura y tiene un proyecto de cultivo de 130 hectáreas de Granadilla que debe tener la característica de ser 100% orgánica que se exportará a Europa siendo el continente de mayor demanda según PROMPERÜ.

Este proyecto ayudará a dar un paso al desarrollo agrícola y también para la reducción de impacto ambiental generado por residuos, ya que tales residuos serán convertidos en compost y vendidos a la Asociación Chontaloma para el cultivo de granadilla orgánica.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. Antecedentes del problema

En el 2017, Castañeda, S. et al. [5] en su artículo científico “*Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos*” en Cundinamarca, Colombia no aporta lo siguiente. Introducción. Este artículo considera una propuesta de un modelo de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para el departamento de Cundinamarca, el cual responde a la necesidad de una herramienta que apoye en la toma de decisiones para la planificación y gestión de los residuos sólidos orgánicos. Objetivo. Realizar una aproximación de un modelo de optimización conceptual, técnico y matemático para el apoyo en la toma de decisiones con el fin de minimizar impactos ambientales. Materiales y métodos. El tipo de investigación aplicada en este trabajo se considera descriptiva, dado que se presentan algunas características fundamentales del fenómeno homogéneo estudiado y se considera adicionalmente cuasi experimental. El cálculo del modelo para plantas del departamento está basado en tres ejes (ambiental, económico y social), presentes en la ecuación general de optimización. Resultados. Se obtiene un modelo de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en las técnicas de tratamiento biológico de compostaje aeróbico y lombricultivo, optimizando el sistema con el ahorro de emisiones de gases efecto invernadero emitidos a la atmósfera, y en la reducción total del costo de disposición final de residuos sólidos orgánicos en relleno sanitario. Basándose en el principio económico de utilidad que determina la viabilidad ambiental y sostenibilidad en las plantas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos para el departamento, los abonos orgánicos como el compost y humus capturan carbono e nitrógeno que reducen las toneladas de CO₂.

En el 2017, Soto, J. et al. [6] en su estudio “*Compostaje de biorresiduos: Tendencias de investigación y pertinencia en países en desarrollo*” nos dice que los biorresiduos son la mayor fracción de los Residuos Sólidos Municipales-RSM en países en desarrollo, siendo el compostaje una alternativa promisorio para su gestión. La implementación del compostaje en este contexto no ha sido efectiva requiriéndose estrategias para mejorar su aplicación. Este artículo analiza tendencias investigativas del compostaje de biorresiduos y presenta una reflexión crítica al respecto. Para tal efecto, emplea elementos de vigilancia tecnológica, analizando revistas científicas especializadas (periodo 2006 a 2017) y usando herramientas bibliométricas como RefViz® y Tlab®. Las investigaciones para optimizar el proceso se han enfocado en el uso de materiales de enmienda o de soporte, estrategias para la reducción en las pérdidas de nitrógeno, desarrollo de estudios de biodegradabilidad aerobia y de modelos empíricos para predecir condiciones del proceso. La integración de estas investigaciones en el contexto de países en desarrollo puede contribuir al mejoramiento de la aplicación del compostaje de biorresiduos.

En el 2017, Hernández, M. et al. [7] en su estudio “*Crecimiento microbiano en pilas de compostaje de residuos orgánicos y biosólidos después de la aireación*” nos dice que en la actualidad, la fracción orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos (FORSU) y la generación de biosólidos de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) requiere alternativas de solución. El compostaje es un método que puede transformar estos residuos para su aprovechamiento. La duración del proceso depende tanto de los sustratos iniciales, tamaño de partícula, disposición de la pila, aireación,

humedad y población biológica activa. El objetivo de este estudio es determinar el efecto de la aireación sobre el crecimiento de bacterias y actinomicetos en pilas de compostaje de 250 kg. La pila denominada P1 está elaborada con arcilla (30%), lama (5%), biosólido (32,5%) de PTAR y (32,5%) FORSU y, la P2 está preparada con arcilla (30%), lama (5%) y biosólido (65%). Durante el proceso se monitorea humedad, temperatura, pH y crecimiento de bacterias y actinomicetos, antes y después de realizar la aireación en ambas pilas. En la fase termófila la P1 alcanzó temperaturas de 49,0-51,5°C por cinco días consecutivos, mientras que P2 llegó a 45,2-48,4°C por tres días. En ambas pilas el rango de pH fue de 6,8-8,8. Para P1 la humedad base húmeda fue 35-42 % (%Hbh) y para P2 fue 32-35 %Hbh, obteniéndose composta en 28 días. La aireación tuvo un efecto significativo en el crecimiento microbiano en la fase termófila, debido a que alteró las condiciones de los microsistemas, siendo menor para los actinomicetos que para las bacterias.

En el 2015, Quispe, M. [8] en su artículo científico *El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos, rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura*, nos da a conocer que los países en desarrollo, como México, hoy en día enfrentan, entre otros problemas, crisis agrícola e inseguridad alimentaria, por un lado, contaminación de los residuos sólidos orgánicos (RSO) por su mal manejo. Ambas problemáticas pueden ser atacadas con acciones simultáneas y obtener beneficios complementarios. Con el fin de comprobar esta conjetura, desde abril de 2000 a marzo 2013, se llevó a cabo acciones conjuntas de compostaje y producción de alimentos, con participación de la gente, tanto en el ámbito rural como urbano. En este trabajo se describen y explican los procesos, resultados e impactos generados y los aprendizajes logrados. El método general usado fue el de investigación acción, con procedimientos específicos, como el experimento y la sistematización de experiencias. Los resultados mostraron que manejando adecuadamente los RSO, tanto urbanos como rurales, con procedimientos biológicos, como el compostaje con lombrices, con tecnología e infraestructura apropiada, en pequeña y mediana escala y con participación de la gente, se obtiene abono de calidad, el cual, aplicados a los cultivos, se logran buenas cosechas. De lo anterior se concluyó que nuestra sociedad tiene una magnífica oportunidad para disponer de abono de calidad de las inmensas cantidades de RSO que diariamente se genera, para una agricultura que exige sea orgánica y sostenible.

En el 2015, Muñoz, J. et al. [9] en su estudio realizado *Sistema de compostaje y lombricompostaje aplicado en residuos orgánicos de una galería municipal* expresa que la creciente producción de residuos orgánicos compromete la disponibilidad de sitios de vertido en condiciones ambientales aceptables, siendo la gestión de residuos sólidos un problema que enfrenta la sociedad actual.

La finalidad del trabajo es el aprovechamiento técnicamente viable de los residuos orgánicos generados en el municipio de Totoró por medio de la producción y evaluación del proceso de compostaje y lombricompostaje y la evaluación de la calidad del producto final, considerados como un método limpio y sostenible. Se implementó la compostación en 4 cajones (T1, T2, T3, T4) con capacidad de 500Kg de residuos orgánicos de galería cada uno y 2 para lombricompostaje (L1 y L2), con control de temperatura 3 veces al día durante 3 meses y toma de muestras cada 15 días desde el inicio del proceso y hasta los 3 meses determinando: humedad, pH, materia orgánica, nitrógeno y relación C/N y los parámetros como capacidad de intercambio catiónico, densidad, fracción húmica, macro y micronutrientes (P, Ca, Mg, Na, K, Fe, Cu, Mn, Zn, S), cenizas, carbonatos y metales pesados (Cd, Cr, Hg, Ni y Pb) se evaluaron al

final para ambos procesos, de acuerdo a la NTC 5167/2011.

Las características finales de los compost T1, T2, T3, T4, L1 y L2 fueron: pH: 8.62, 8.78, 8.67, 9.19, 8.29, 8.68, MO: 25.18, 26.92, 30.12, 45.38, 41.83, 38.25%, N: 0.43, 1.23, 1.47, 1.47, 1.71, 1.89%, C/N: 31.87, 10.96, 10.28, 15.61, 12.22, 10.13, CIC: 11.95, 15.22, 13.11, 14.95, 43.83, 49.43 meq/100g respectivamente. Los resultados mostraron que la aireación afecta positivamente las propiedades del producto final y permiten realizar un control de la temperatura, encontrándose que T4 presenta adecuadas propiedades físicas y químicas y T1 por el contrario presenta deficiencia en dichas propiedades. T2 y T3 se encuentran en un rango intermedio.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Residuos Sólidos

2.2.1.1. Definición

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final, tal como afirma Paniagua [10].

Son sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, desechados por su generador. Se entiende por generador a aquella persona que en razón de sus actividades produce residuos sólidos. Suele considerarse que carecen de valor económico, y se les conoce coloquialmente como “basura”. Es importante señalar que la ley también considera dentro de esta categoría a los materiales semisólidos (como el lodo, el barro, la sanguaza, entre otros) y los generados por eventos naturales tales como precipitaciones, derrumbes, entre otros; según afirmación del OEFA [1].

2.2.1.2. Clasificación de Residuos Sólidos

De acuerdo con el Centro del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, los residuos pueden ser clasificados de la siguiente manera, según afirma Xavier [11]:

a) Por su estado

Los residuos se definen por su estado físico en que se encuentran, por lo que se tienen las siguientes clasificaciones: Sólidos, semisólidos, líquidos y gaseosos.

b) Por origen o generación

Se refiere a una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías que se generen, en este sentido se citan a continuación.

c) Por tipo de tratamiento al que serán sometidos

Esta clasificación se utiliza mucho para definir la infraestructura que se necesita en el tratamiento y disposición final de cada residuo. En este sentido, se definen como:

- Residuos asimilables a residuos urbanos y que por lo tanto se pueden disponer en forma conjunta.
- Residuos para los cuales la incineración es el tratamiento idóneo.
- Residuos que se deben disponer en rellenos de seguridad.
- Residuos generados en grandes cantidades y que requieren tratamiento particular.
- Residuos posibles de ser sometidos a un proceso de valorización.

d) Por potenciales efectos derivados por el manejo

- **Residuos peligrosos.**

Son residuos o combinaciones de residuos que constituyen una amenaza sustancial, actual o potencial, para la salud pública y cualquier organismo vivo. La EPA ha establecido tres categorías generales: 1) residuos listados, 2) residuos peligrosos característicos, 3) otros residuos peligrosos.

- **Residuos peligrosos no reactivos:**

Son residuos peligrosos que han sido tratados previamente perdiendo así su nivel de peligrosidad.

- **Residuos inertes:**

Son residuos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas trascendentales.

- **Residuos no peligrosos:**

Son los residuos que no pertenecen a ninguna de las tres categorías anteriores. Como ejemplos de esta categoría se puede mencionar a los residuos domésticos, los residuos de poda y los de barrido.

e) Por tipo de degradación

- **Residuos orgánicos de fácil biodegradación.**

Estos residuos contienen energía biodisponible para muchos seres vivos.

- **Residuos inorgánicos de difícil y/o no biodegradación.**

Estos residuos contienen materiales que podrían ser reciclables como, por ejemplo, plástico, papel, cartón, textil, metales, cuero, etc.

Tabla 1: Fuentes de Generación de Residuos Sólidos con sus Respectivos Tipos de Residuos Sólidos

Fuente	Instalaciones, actividades o localizaciones donde se generan	Tipos de residuos sólidos
Doméstica	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura. Unifamiliares y multifamiliares.	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas de hojalata, aluminio, otros metales. Cenizas, hojas en la calle, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, bienes de línea blanca, residuos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceite,
Comercial	Tiendas, restaurantes, mercados, edificios de oficinas, hoteles, moteles, imprentas, gasolineras, talleres mecánicos. etc.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales, residuos peligrosos. (Como en comercial)
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	
Construcción y Demolición	Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación / renovación de carreteras, derribos de edificios, pavimentos rotos.	Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.
Servicios Municipales (excluyendo plantas de tratamiento)	Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, parques y playas, otras zonas de recreo.	Residuos especiales, basura, barraduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuencas, residuos generales de parques, playas y zonas de recreo.
Plantas de tratamiento; incineradoras municipales	Agua, aguas residuales y procesos de tratamiento industrial, etc.	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos
Industrial	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos.
Agrícolas	Cosechas de campo, Árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc.	Residuos de comida, residuos agrícolas, basura, residuos peligrosos.

Fuente: Xavier [11], 2012.

2.2.2. Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

2.2.2.1. Definición

Son los residuos generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades, según afirma Paniagua [10].

2.2.2.2. Problemas con los residuos sólidos urbanos

En general se puede resumir que el principal problema sanitario de los RSU es la contaminación del medio en los recursos (suelo, agua y aire), del cual se destacan:

- Producción de olores.
- Proliferación de vectores.
- Contaminación química y del agua.

Adicional a los malos olores, surgen enfermedades que afectan a plantas, animales y humanos; en estos dos últimos surgen enfermedades y dolencias como: Deficiencias respiratorias, casos de inmunodeficiencia, enfermedades gastrointestinales y de la piel. También se genera la desertificación y el desaparecimiento de especies, se favorece a las alteraciones de los cambios climáticos y en consecuencia el clima, provocando lluvias ácidas favoreciendo el incremento de los gases de efecto invernadero y al calentamiento global, según afirma Paniagua [10]

En climas cálidos este fenómeno es más notorio debido a la aceleración de las reacciones de degradación de la materia orgánica (Tabla 2). Estos olores se producen por la descomposición anaerobia de reducción de materia que contiene sulfatos (SO_4) en sulfuros (S). El lixiviado de basureros y vertederos incontrolados o mal diseñados han contaminado las aguas superficiales y subterráneas.

La descomposición anaerobia y la putrefacción de la fracción orgánica biodegradable de los residuos causan la generación de cantidades enormes de compuestos que producen malos olores. Entre estos compuestos se destacan, según afirma Paniagua [10]:

- Sulfuros de hidrógeno H_2S : Olor a huevo podrido.
- Sulfuros orgánicos $(\text{CH}_3)_2\text{S}$, CH_3SSCH_3 : Olor a coles podridas.
- Mercaptanos CH_3SH , $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{SH}$: Olor a mofeta.
- Aminas CH_3NH_2 , $(\text{CH}_3)_3\text{N}$: Olor a pescado podrido.
- Diaminas $\text{NH}_2(\text{CH}_2)\text{NH}_2$, $\text{NH}_2(\text{CH}_2)_5\text{NH}_2$: Olor a carne en mal estado.
- Escatos $\text{C}_8\text{H}_5\text{NHCH}_3$: Olor fecal.
- Amoníaco NH_3 : Olor amoniacal.
- Indol.
- Gases de hidrocarburos, como aldehídos, cetonas, parafinas, aromáticos, ácidos carboxílicos, ésteres y sustancias terpenoides.

Tabla 2: Reacciones de Descomposición de la Materia Orgánica de los RSU que Generan Olores Malolientes

a)	$2CH_3CHOHCOOH + S_4^{2-} \rightarrow 2CH_3COOH + S^{2-} + H_2O + CO_2$
	Reacción de reducción de sulfato por ácido láctico y subsiguiente formación de sulfuro
b)	$4H_2 + SO_4^{2-} \rightarrow S^{2-} + 4H_2O$
	Reacción de reducción de sulfato en sulfuro.
c)	$S^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2S$
	Reacción de formación de ácido sulfhídrico.
d)	$mS^{2-} + Me^{n+} \rightarrow Me_mS_m$
	Reacción de formación de sulfuros metálicos (Fe, Cd, Hg, Cr. etc.) que son arrastrados los lixiviados de las basuras.
e)	$CH_3SCH_2CH_2CH_2(NH_2)CHOOH \rightarrow CH_3SH + CH_3CH_2CH_2(NH_2)CHOOH$
	Reacción de descomposición de metionina y formación de metilmercaptano y ácido aminobutírico.
f)	$CH_3SH + H_2O \rightarrow CH_3OH + H_2S$
	Reacción de hidrólisis de mercaptano y formación de ácido sulfhídrico.

Fuente: Paniagua [10], 2011.

La inadecuada disposición o mal tratamiento de los residuos. Se puede dar lugar a la proliferación masiva de patógenos que dan como consecuencia la aparición de epidemias con efectos devastadores en la población. Los vectores constituyen vehículos de contaminación que ayudan a la transferencia de enfermedades desde sus hospederos naturales (animales inmunes a las enfermedades) a sus nuevos hospederos (humanos y otros animales), según afirma Paniagua [10].

Los principales vectores relacionados con el ser humano son:

- Insectos: mosca, cucaracha, escarabajos y pulga.
- Roedores: ratas y ratones.
- Aves: Gaviota, cuervo, paloma, gallina, pato, etc.
- Animales: perros, gatos, cerdos, etc.

A continuación, se muestran los grupos de patógenos capaces de desarrollar enfermedades infecciosas y sus respectivas enfermedades:

Tipos de virus: Éstos usualmente se encuentran en heces fecales de origen animal o humano, esputo, mucosidades, alimentos en mal estado y residuos hospitalarios. A partir de aquí proliferan en un huésped (animales que se alimentan de las basuras o persona que manipula los residuos sin cumplir con las normas de seguridad).

Tipos de bacterias: La presencia de bacterias en los residuos sólidos está relacionada con la presencia de materia orgánica. Su procedencia es semejante a la viral.

Tipos de protozoos: La presencia de los protozoos en los residuos se debe a la disposición de estos en excretas animales, humanas y de alimentos contaminados.

La presencia de hongos en los residuos es muy variada, así como su capacidad de proliferación es elevada debido a las condiciones favorables de humedad y presencia de materia orgánica, así como su gran adaptación en condiciones variables de pH (2-9), siendo el óptimo el pH=5,6. Los hongos en general son muy resistentes a condiciones ambientales muy variables, lo que los hace microorganismos muy exitosos, además porque pueden degradar gran cantidad de compuestos orgánicos existentes en los residuos incluyendo compuestos altamente lignificados. Los hongos suelen tener formas infecciosas para algunos organismos como ciertos animales y humanos ya que producen esporas como mecanismo de reproducción y de defensa además de asegurar su progenie. Del mismo modo, las esporas de ciertos hongos son comercialmente atractivos, ya que se utilizan ampliamente en la industria farmacéutica para la producción de compuestos valiosos como ácidos orgánicos (cítrico, glucónico), diversos antibióticos (penicilina, griseofulvina) y enzimas (celulosa, proteasa y amilasa), según afirmación de Tchobanoglous [12].

Además en este sentido, el contenido de humedad, la fermentación y putrefacción de la parte orgánica de los residuos orgánicos genera condiciones de solubilización de diversos componentes de los residuos produciendo lixiviados con una carga de sales o compuestos orgánicos e inorgánicos que contienen metales pesados tóxicos. Estos contaminantes al mezclarse con el suelo o lixiviándose a acuíferos confinados o no confinados y aguas superficiales van a contaminar a organismos acuáticos y plantas. De esta forma esta contaminación se sitúa en el vértice de la pirámide de alimentación.

Los contaminantes químicos procedentes de los residuos que pueden afectar a la calidad del compost son: fosfatos, nitratos provenientes de detergentes, pesticidas, sólidos en suspensión, fenoles, aceites y grasas, metales pesados (Fe, Cd, Pb, Zn, Ag, Mn, Ni, Hg y Cr). Éstos metales pueden acumularse en la matriz del suelo, al ser poco móviles o poco solubles y poder retenerse por fenómeno de intercambio iónico, al producirse una saturación de estos metales en la matriz del suelo, éstos con ayuda del agua lluvia, empiezan a lixivarse a aguas subterráneas y superficiales, contaminando el recurso agua y suelo, según afirma Xavier [11].

2.2.2.3. Alternativas de manejo de los residuos sólidos municipales

La oferta de los bienes se ha incrementado significativamente durante los últimos años debido a las variaciones en los hábitos de consumo de las personas. Los bienes que se producían para durar mucho tiempo, hoy tienen vidas útiles más cortas, por lo que se genera una gran cantidad de residuos sólidos, según afirma el OEFA [1].

La gestión y manejo de los residuos sólidos no ha cambiado de la misma manera. Ello ha generado, en muchos casos, la ruptura del equilibrio entre el ecosistema y las actividades humanas.

Para que los residuos sólidos no produzcan impactos negativos en el ambiente, deben gestionarse adecuadamente antes de proceder a su disposición final. El manejo de los residuos sólidos municipales puede ser realizado por la propia Municipalidad y por una entidad prestadora de servicios de residuos sólidos (EPS-RS) contratada por ella, como empresa privada o mixta, y debe desarrollarse de manera sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de prevención de impactos negativos y protección de la salud.

Generación.

Es el momento en el cual se producen los residuos como resultado de la actividad humana. Conforme se ha explicado, los residuos sólidos pueden producirse de la actividad cotidiana, comercial, servicios de limpieza pública, servicios de salud, construcción o por cualquier otra actividad conexas.

Segregación en fuente.

Consiste en agrupar determinados tipos de residuos sólidos con características físicas similares, para ser manejados en atención a estas. Tiene por objeto facilitar el aprovechamiento, tratamiento o comercialización de los residuos mediante la separación sanitaria y segura de sus componentes.

La segregación de residuos sólidos sólo está permitida en la fuente de generación y en la instalación de tratamiento operada por una EPS-RS o una Municipalidad, en tanto sea una operación autorizada, o respecto de una EC-RS cuando se encuentre prevista la operación básica de acondicionamiento de los residuos previa a su comercialización.

Los gobiernos locales deben promover la implementación de plantas de tratamiento dentro de los rellenos sanitarios para que los recicladores organizados puedan segregar los residuos reutilizables para su comercialización.

Almacenamiento.

Es la operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas adecuadas, como parte del sistema de manejo hasta su disposición final.

Comercialización de residuos sólidos.

La comercialización de residuos sólidos es aquella acción a través de la cual las empresas comercializadoras de residuos sólidos (EC-RS) autorizadas por DIGESA compran y venden residuos sólidos provenientes de la segregación.

Recolección y transporte.

La acción de recoger los residuos sólidos y trasladarlos usando un medio de locomoción apropiado, para luego continuar su posterior manejo, en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada.

Puede ser convencional, a través del uso de compactadoras debidamente equipadas; semiconvencional, realizada a través del uso de volquetes o camiones; o no convencional, mediante el uso de carretillas, triciclos, motofurgonetas entre otros.

Notas:

Es importante que los ciudadanos cumplan los horarios de recojo de residuos sólidos domiciliarios establecidos por la Municipalidad. Ello evitará que los animales, vehículos, segregadores informales, entre otros, manipulen las bolsas de basura y se propaguen los residuos en la vía pública. El uso de equipos y vehículos inadecuados produce pérdidas de residuos en la operación de transporte, así como la dispersión de materiales y papeles si se transportan en vehículos abiertos.

Transferencia.

La transferencia de residuos sólidos se realiza en una instalación o infraestructura en la cual se descargan y almacenan temporalmente los residuos de las unidades de recolección para, luego, continuar con su transporte en unidades de mayor capacidad hacia un lugar autorizado para la disposición final.

Los residuos no deben permanecer en estas instalaciones, toda vez que se corre el riesgo de su descomposición. Las instalaciones de transferencia no deben ubicarse en áreas de zonificación residencial, comercial o recreacional.

La transferencia de los residuos sólidos puede realizarse a través de:

- Descarga directa: realizada hacia vehículos denominados camiones madrina.
- Descarga indirecta: los residuos son descargados en una zona de almacenamiento y, con ayuda de maquinaria adecuada, son llevados a instalaciones de procesamiento o compactación.

La transferencia de residuos logra optimizar los costos de transporte, el uso de los vehículos de recolección y el flujo de transporte.

Tratamiento.

Es el proceso, método o técnica que tiene por objeto modificar las características físicas, químicas o biológicas de los residuos sólidos, reduciendo o eliminando su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente. También permite reaprovechar los residuos, lo que facilita la disposición final en forma eficiente, segura y sanitaria.

Disposición final.

Es la última etapa del manejo de residuos sólidos, en que estos se disponen en un lugar, de forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.

La disposición final de residuos sólidos de gestión municipal se realiza mediante el método de relleno sanitario y la disposición final de residuos del ámbito no municipal se realiza mediante el método de relleno de seguridad.

El Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos [30] precisa que el relleno sanitario es una infraestructura de disposición final, debidamente equipada y operada, que permite disponer los residuos sólidos de manera sanitaria y ambientalmente segura.

El diseño y ejecución de un relleno sanitario responde a un proyecto de ingeniería y la aprobación del correspondiente estudio de impacto ambiental por parte de la entidad competente, y su operación debe realizarse en estricto cumplimiento del diseño y de las obligaciones ambientales establecidas en el instrumento de gestión aprobado y la normativa vigente.

Notas:

La disposición inadecuada de residuos sólidos genera severos impactos en el ambiente. Algunos ejemplos de ello son:

- a. La contaminación del agua: el agua superficial se contamina cuando se arrojan residuos sólidos a los cuerpos de agua (ríos, arroyos, lagos). El agua subterránea se contamina por los lixiviados (líquidos generados por la descomposición de residuos orgánicos), que se filtran en el suelo de los botaderos.
- b. Contaminación del suelo: las descargas directas de residuos sólidos en lugares de disposición inadecuados genera un impacto sobre el suelo, al no encontrarse impermeabilizado. La disposición inadecuada también afecta el recurso paisaje.
- c. Contaminación del aire: la descomposición de los residuos, junto con la eventual quema de estos, genera la emisión de gases peligrosos. Dichos gases se dividen en:
 - Gases de efecto invernadero.- La quema de residuos sólidos genera metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), gases de efecto invernadero que retienen el calor y elevan la temperatura de la atmósfera. Estos gases se encuentran listados en el Protocolo de Kyoto del Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, del cual el Perú es parte.
 - Compuestos orgánicos persistentes (COP).- Con la combustión se pueden formar dioxinas y furanos, los cuales son componentes de alto riesgo para el ambiente y la salud de las personas. En el Convenio de Estocolmo, del cual

el Perú es parte, se los consideró como compuestos orgánicos persistentes (COP), los cuales son altamente tóxicos y tienen un tiempo de persistencia muy largo en el ambiente.

- Degradadores de la capa de ozono.- Hay productos que, debido a los agentes químicos utilizados en su elaboración, generan ciertos gases conocidos como clorofluorocarbonos (CFC). Por ejemplo, los aerosoles, pinturas y desodorantes.

2.2.2.4. El manejo integral

Es un conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplica a todas las etapas de la gestión y manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos

El manejo integral de residuos sólidos también se define como la aplicación de técnicas, tecnologías y programas para lograr objetivos y metas óptimas para una localidad en particular. Para ello, es necesario considerar los factores propios de cada localidad para asegurar su sostenibilidad y beneficios, así como establecer e implementar un programa de manejo acorde a ellos (Xavier, 2012).

Este programa debe optimizar, en lo posible, los siguientes aspectos, según afirmación de Xavier [11]:

- a) Aspectos técnicos: la tecnología debe ser de fácil implementación, operación y mantenimiento.
- b) Aspectos sociales: se deben fomentar hábitos positivos en la población y desalentar los negativos, promoviéndose la participación y la organización de la comunidad.
- c) Aspectos económicos: el costo de implementación, operación, mantenimiento y administración debe ser eficiente, al alcance de los recursos de la población y económicamente sostenible, con ingresos que cubran el costo del servicio.
- d) Aspectos organizativos: la administración y gestión del servicio debe ser simple y dinámico. e) Aspectos de salud: acciones referidas a la prevención de enfermedades infectocontagiosas.
- b) Aspectos ambientales: el programa debe evitar impactos ambientales negativos en el suelo, agua y aire.

2.2.2.5. Etapas de un Plan de Gestión de Residuos

Las etapas que comprenden la elaboración de un Plan de Gestión de Residuos se enumeran a continuación, según afirmación de OEFA [14].

a) Organización local para el desarrollo del Plan de Gestión de Residuos

Es necesario identificar los actores sociales que van a participar en la elaboración del plan y articular su participación. Los actores principales en el proceso son, entre otros:

- **Población.**
Normalmente se articula a través de asociaciones no gubernamentales, comités cívicos y vecinales.
- **Administración local (Municipalidad).**
Normalmente es la responsable de la gestión de los residuos.
- **Administración provincial o nacional.**
En función de las competencias establecidas en las leyes de residuos, su participación e implicación será mayor o menor.
- **Centros de formación.**
Universidades, centros de capacitación, etc.

b) Grupos de trabajo que colaboran en la redacción del Plan

- **Empresa y sector privado.**
La gestión de los residuos la puede realizar directamente la administración local, pero en muchos casos se contrata a empresas mixtas o privadas.
- **Medios de comunicación.**
Inciden fuertemente en la opinión pública y constituyen aliados indispensables para abordar temas de educación, debate y difusión.

c) Gestión

Normalmente se establecen dos grupos de trabajo:

- **Comité asesor.**
Es el que establece las directrices políticas del Plan y establece los consensos entre los distintos actores involucrados.
- **Comité técnico.**
Es el encargado de elaborar el Plan de Gestión en base a las pautas marcadas por el comité asesor.

d) Diagnóstico de la gestión actual de los residuos

Con la finalidad de establecer el punto de partida del Plan de Gestión, es necesario evaluar de una manera integral el estado del sistema de gestión de residuos sólidos actual. Este diagnóstico integral ha de comprender los siguientes puntos:

- **Caracterización del área de estudio:**

Contexto legal, marco socio- económico, contexto eco-geográfico, actividad económica (industrial, comercial, etc.), educación, salud pública, servicios básicos, organización social.

- **Aspectos administrativos y financieros:**

Organismos involucrados en la gestión de los residuos y sus interrelaciones, el personal empleado directamente, edictos municipales u otras normas legales, presupuesto y ejecución del mismo y el sistema económico (impuestos municipales, inversiones estatales, etc.) para financiar la gestión de los residuos.

- **Aspectos técnico-operativos:**

Comprenden la revisión de los métodos y eficiencia de cada una de las etapas del sistema de gestión de residuos (caracterización de los residuos, almacenamiento, recolección, transporte, estaciones de transferencia, centros de tratamiento y disposición final).

e) Establecimiento del alcance y objetivos del Plan de Gestión

Las conclusiones del diagnóstico que se ha realizado previamente servirán de base para establecer el alcance y objetivos del “Plan de Gestión”. Los aspectos claves a definir son:

- **Identificación del área geográfica y periodo de planificación.**

En función del tamaño de los núcleos urbanos, el Plan se establece a nivel municipal, (sin olvidar que normalmente se desarrollará en el marco de un Plan Nacional de Residuos, que marcará las directrices generales).

- **Selección de la tipología de residuos que se consideran.**

Además de los residuos domiciliarios, se ha de considerar la conveniencia de incluir o elaborar planes particulares para el resto de residuos que se generan en la Municipalidad (residuos de construcción, residuos comerciales, residuos vegetales de parques y jardines, residuos sanitarios, etc.),

- **Establecimiento del nivel de servicio que se desea alcanzar, objetivos y metas del Plan.**

Indirectamente al establecer el nivel de servicio y, en consecuencia, los objetivos y metas, se establecen las necesidades de inversión y recursos necesarios para asegurar la calidad y cobertura deseadas.

f) Identificación y evaluación de alternativas

Con ellas se busca dar respuesta al “qué hacer” para lograr los objetivos planteados. De esta manera, es necesario identificar y evaluar alternativas para cada uno de los puntos estudiados en el diagnóstico de la situación de la gestión de residuos. A modo de ejemplo, y sin ser exhaustivos, algunas consideraciones al respecto son:

- **Aspectos administrativos y financieros. Incluyen:**

Evaluar la participación del sector privado, fomentar la creación de microempresas de gestión de residuos, diseñar campañas de educación ambiental y participación de la población.

- **Aspectos técnico-operativos.**

Se evaluarán alternativas para cada una de las etapas de gestión de los residuos. Algunos aspectos importantes son: (i) el modelo de recolección y fracciones seleccionadas en la fuente, (ii) las unidades de recolección (tipo y cantidad de vehículos, etc.) y (iii) la necesidad de estaciones de transferencia, centros de tratamiento y rellenos sanitarios.

- **Erradicación de los sistemas informales de recuperación de residuos existentes.**

La mejor alternativa para eliminar la recuperación informal de residuos en vertederos y calles es diagnosticar el sistema establecido (personas involucradas, tipología de residuos recuperados, precios y vías de comercialización, etc.), lo que permitirá diseñar estrategias para incorporar a los recuperadores en el nuevo sistema de gestión, fomentando la formación de microempresas, cooperativas u otras, brindando asesoría técnica, estableciendo condiciones mínimas de seguridad e higiene, etc.

- **Evaluación de la sostenibilidad financiera.**

Probablemente, este sea el reto más importante al que se han de enfrentar las municipalidades. Con este fin, se evaluarán económicamente las alternativas que sean factibles social y políticamente y que cumplan con los objetivos planteados.

g) Elaboración del Plan de Acción

El Plan de Acción es el documento final que recoge todas las actividades necesarias a corto, medio y largo plazo para cumplir los objetivos y alcances definidos. Entre otras cosas, el Plan de Acción debe identificar las actividades prioritarias, sus correspondientes requerimientos de inversión, los responsables de cada actividad y los indicadores de avance de los productos parciales y finales.

h) Ejecución y monitoreo del Plan de Acción

Finalmente, para la ejecución del Plan de Acción es necesario disponer del presupuesto necesario y tratar de asegurarlo, como mínimo, durante el período de planificación.

Por otro lado, el monitoreo de la implantación y alcance de los objetivos planteados es una tarea imprescindible y que se debe realizar de manera abierta y participativa (como mínimo han de participar todos los agentes identificados en las etapas de elaboración del Plan de Gestión).

2.2.3. Residuos Sólidos Orgánicos

2.2.3.1. Definición

Son biodegradables lo significa que se descomponen naturalmente. Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos; según afirmación de Jiménez [15].

2.2.3.2. Tratamiento

Las sustancias orgánicas que forman parte de los residuos municipales, domésticos o comerciales, se pueden descomponer biológicamente bajo condiciones controladas, hasta llegar a un estado suficientemente estable que permita su almacenamiento y utilización sin efectos secundarios indeseables. Las condiciones controladas confieren una mayor velocidad al proceso, reducen sus incertidumbres y consiguen un producto final homogéneo. El proceso de descomposición se puede conducir básicamente de dos formas, según afirma el OEFA [1]:

- En condiciones aerobias (en presencia de O₂), degradando la materia orgánica directamente a CO₂, estabilizando la materia orgánica más recalcitrante y obteniendo un producto estable con alta calidad como abono orgánico (compost),
- En condiciones anaerobias (en ausencia de O₂), degradando parcialmente la materia orgánica a CH₄ y CO₂ (biogás) y estabilizando parcialmente la materia orgánica.

Las dos tecnologías se pueden implantar de manera independiente o combinada. Hay experiencias en las que, en una primera etapa, se aplica la digestión

anaerobia para obtener biogás y se sigue con un proceso de compostaje (maduración) para estabilizar completamente la materia orgánica y obtener un compost de alta calidad.

2.2.4. Compostaje

a) Definición

Podemos definir el compostaje, como un proceso dirigido y controlado de mineralización y pre-humificación de la materia orgánica, a través de un conjunto de técnicas que permiten el manejo de las variables del proceso; y que tienen como objetivo la obtención de un abono orgánico de alta calidad físico-químicas y microbiológicas, según afirma Moreno [16].

b) Etapas del compostaje

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, de acuerdo con la evolución de la temperatura, según afirma Sztern [17]:

- Mesófila.

La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

- Termófila.

Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

- Mesófila de enfriamiento.

Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

- Maduración.

Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

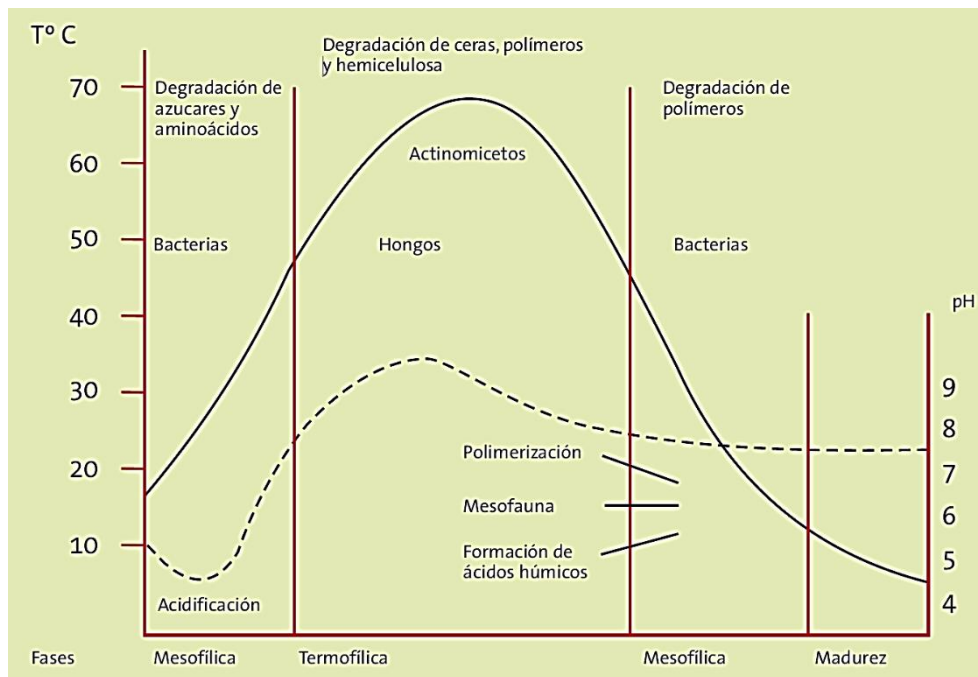


Figura 1: Etapas del compostaje en relación al tiempo, temperatura y pH
Fuente: Moreno [16], 2008.

c) Condiciones ambientales que afectan el proceso de compostaje

Todos los factores que afectan a los microorganismos afectan al proceso. Estos factores se verán influenciados por las condiciones ambientales (en función de la tecnología y del control del proceso, se tendrá un mayor o menor control sobre ellos) y por las características del residuo. Las condiciones ambientales a tener en cuenta durante el proceso son las siguientes, según Moreno [16]:

i. Oxígeno y aireación

El oxígeno es esencial para la actividad biológica, ya que se trata de un proceso aerobio. Su consumo varía a lo largo del proceso, dependiendo de la temperatura, la humedad, el tiempo de degradación y la porosidad de la masa.

Hay diferentes métodos para incorporar oxígeno a la masa en descomposición. Al ser la característica más relevante, acostumbra a utilizarse para clasificar los sistemas de compostaje.

ii. Humedad

El rango óptimo de humedad para que se desarrolle adecuadamente el proceso es de entre un 40 y un 60%. Humedades superiores desplazan el aire de los poros y limita su circulación, generando problemas de anaerobiosis. Humedades inferiores disminuyen la actividad microbiana, incrementando el tiempo de proceso o incluso parándolo cuando la humedad es muy baja. En el proceso de compostaje, hay generación de humedad como resultado de la descomposición de la materia orgánica y evaporación, por el aumento de la temperatura, resultando un balance hídrico negativo. Esto implica la necesidad de añadir agua a lo largo del proceso.

La adición de material estructurante permite regular la humedad, ya que absorbe parte de la humedad o la libera según lo necesite el proceso y, a su vez, aumenta la porosidad permitiendo la circulación del aire.

iii. Temperatura

Tal como se ha indicado anteriormente, la descomposición inicial es un proceso exotérmico, lo que produce un incremento rápido de la temperatura hasta valores superiores a los 50°C. Se recomienda un período mínimo de entre una y dos semanas en régimen termofílico para asegurar una buena higienización. Durante la etapa de maduración, la temperatura decrece paulatinamente hasta alcanzar la temperatura ambiente. La evolución típica de la temperatura en un proceso de compostaje se puede ver en la Figura 2.

El seguimiento de la temperatura permite controlar el proceso y determina, junto con otros parámetros, los volteos, los riegos o la programación del sistema de aireación forzada.

iv. Nutrientes

Los más importantes son el carbono (fuente de energía para los microorganismos), el nitrógeno (necesario para la estructura celular) y los macro y micronutrientes (necesarios para el crecimiento de los microorganismos).

La relación C/N es el parámetro más importante para que se desarrolle adecuadamente el proceso. Se consideran óptimos los valores de C/N comprendidos entre 25 y 35:

- Si $C/N > 35$, el proceso reduce su velocidad hasta que se consume el C excedente,
- Si $C/N < 25$, la velocidad del proceso no se ve afectada, pero hay pérdidas elevadas de nitrógeno (en forma amoniacal) hasta que se alcanzan relaciones C/N adecuadas.

Con el fin de equilibrar la relación C/N, se mezclan residuos de diferentes orígenes (co-substrato). Así mismo, interesa que la masa en descomposición tenga una porosidad suficiente para permitir el paso del oxígeno (material estructurante). En el caso de la fracción orgánica de los residuos municipales, se suelen utilizar restos de poda. Hay dos aspectos a considerar: el tamaño al que se trituran los restos vegetales (han de aportar C y dar estructura a la masa) y las proporciones en que se mezclan. Las relaciones habituales residuo/estructurante en volumen son 2/1, 1/1 y 1/3 dependiendo del residuo a tratar.

v. pH y conductividad

El pH y la conductividad son otros dos factores a tener en cuenta. Conductividades elevadas y un pH alejado de la neutralidad pueden limitar el crecimiento de los microorganismos.

vi. Flora microbiana

La flora microbiana responsable del proceso de compostaje es muy variada. Incluye bacterias, actinomicetes, hongos, protozoos y algas. Raramente es un

factor limitante, por lo que no se suele inocular durante el proceso. Los microorganismos proceden, de manera natural, de la atmósfera, del agua, del suelo y del propio residuo. La flora bacteriana es la más variada y se encuentra localizada en toda la masa del residuo. Los hongos y los actinomicetes se encuentran en las partes superficiales de la masa de residuos (a 5-15 cm de la superficie) y son los responsables de la descomposición de sustancias complejas como la celulosa y la lignina.

Los principales organismos que actúan en la descomposición de la materia orgánica, según afirma Román [2].

- **Bacterias**

Principalmente microorganismos mesófilos y termófilos que actúan en las diferentes fases del proceso de compostación. Son los que se encargan en primera instancia de degradar los materiales introducidos en la compostera, produciendo un aumento inicial de temperatura dentro de la misma. Se pueden distinguir varios géneros de bacterias como: *Bacillus*, *Thiobacillus* y *Enterobacter* son algunas bacterias celulóticas correspondientes al género *Celullomonas* que también están presentes, a medida que avanza el proceso a la etapa termofílica, las bacterias del género *Bacillus* decrecen dramáticamente siendo notables las bacterias del género *Thermus*, otras bacterias se vuelven importantes en la fase de enfriamiento. En general, una tasa de (106 – 108) UFC/g, dan inicio al proceso de descomposición de la materia orgánica.

- **Actinomicetes.**

Son bacterias aerobias del suelo de gran importancia ambiental a que se usan como bioindicadores. Dentro del proceso de compostación se destacan dos géneros, *Notocardia* y *Streptomyces*. Son organismos heterótrofos y aerobios, poco tolerantes a la acidez, eficaces en la degradación de sustancias húmicas para sintetizar sustancias bióticas y antibióticas, producen enzimas que descomponen sustancias muy resistentes como la celulosa o la lignina además de generar un olor a tierra húmeda en el compost final.

- **Protozoos.**

Son invertebrados, para el proceso de compostación se destacan generalmente protozoos unicelulares, su alimentación se basa en consumir microorganismos como bacterias y hongos del suelo, en parte consumen también compost como alimento secundario, pero su dieta principal son microorganismos.

- **Hongos.**

Son organismos heterótrofos aerobios, son particularmente activos en el espacio más superficial del terreno, 10 cm, disminuyendo su frecuencia con la profundidad, hasta donde está presente el material orgánico, en su desarrollo producen micelios, los cuales son los responsables de degradar lignina, son tolerantes a la acidez, lo que constituye una ventaja respecto a las bacterias. Su importancia en el compost radica en que pueden degradar compuestos vegetales que las bacterias no pueden o tardarían mucho en hacerlo. En el compost intervienen muchos hongos microscópicos como *Penicillium*, *Trichoderma*

Aspergillus, degradadores de la celulosa que manifiestan una activa vida saprofitaria y por el cual el terreno es el hábitat natural.

d) Tecnologías de compostaje

- **Sistemas abiertos.**

Cuando hay una cantidad abundante y variada de residuos orgánicos (sobre 1m³ o superior), se puede llevar a cabo este tipo de compostaje, según afirma Rodríguez [18].

Estos sistemas se basan en la formación de un montón de residuo de forma trapezoidal (con el material estructurante correspondiente) de una altura de entre 1,2 y 1,8 m. La altura de la masa en descomposición es el parámetro clave del sistema. Se necesita suficiente altura para conservar el calor generado y acelerar el proceso, pero un exceso de altura reduce la porosidad de la masa y, consecuentemente, provoca problemas de anaerobiosis. Cuando el aporte de aire se realiza por volteo de la masa de residuos, con la maquinaria especialmente diseñada para este fin (volteadora) o con el sistema del que se disponga, se habla de pilas dinámicas. Si la incorporación de aire se realiza mediante impulsión o aspiración, se habla de pilas estáticas (Figura 2).



Figura 2: Pilas estáticas o parvas.

Fuente: Rodríguez [18], 2006.

- **Sistemas cerrados.**

Este método es frecuentemente usado a nivel familiar. La técnica del recipiente tiene una serie de características que favorecen su replicación: evita la acumulación de lluvia, protege al material de vientos fuertes, facilita las labores de volteo, facilita la extracción de lixiviado, controla la invasión de vectores (ratones, aves), y evita el acceso al material en descomposición por personal no autorizado y animales de la finca. La desventaja de este método es que puede alcanzar altas temperaturas, por lo que el control de los parámetros cobra especial relevancia. En climas cálidos, se suele adicionar tierra al recipiente (hasta un 10%) que hace de regulador de la temperatura, ya que la tierra es estable y no genera calor.

Estos sistemas confinan el material en reactores cerrados. De esta manera, se ocupa menos espacio y hay un mayor control sobre el proceso (temperatura, humedad, oxígeno). Asimismo, permiten un mayor control de las emisiones de sustancias indeseables (NH₃, malos olores, etc.). Habitualmente, solo se

confina el proceso en la etapa inicial de descomposición y la maduración posterior se realiza en un sistema abierto.

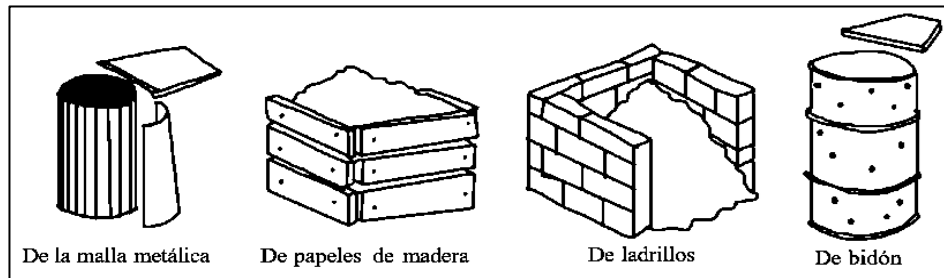


Figura 3: Tipos de recipientes usados como compostera.

Fuente: Román [2], 2013.

e) Emisiones producidas en el proceso de compostaje

Otro aspecto importante a considerar en el compostaje son las emisiones que se producen a lo largo del proceso.

i. Emisiones líquidas (lixiviados)

El origen de los lixiviados es el exceso puntual de humedad de la masa en descomposición. Este exceso de agua puede proceder del propio residuo o de la lluvia. Su control, tal como se ha indicado anteriormente, se realiza mezclando otros residuos que absorban agua. Asimismo, es recomendable realizar el proceso de compostaje sobre una superficie que impida la infiltración de los lixiviados en el subsuelo y disponer de una balsa impermeable donde se puedan almacenar. Normalmente, los lixiviados se reciclan para humedecer la masa de residuos en el momento en que su humedad disminuye. En el caso que se generen en exceso, es necesario depurarlos, ya que tienen una elevada carga orgánica y conductividad.

ii. Emisiones gaseosas

Los principales gases que se emiten en el proceso de compostaje y que, normalmente, son los responsables de olores desagradables son:

- Amoníaco: implica una pérdida de calidad del compost ya que se pierde nitrógeno y provoca impactos ambientales como la lluvia ácida.
- SH₂, CH₄ y Ácidos Grasos Volátiles (AGV), indicadores de condiciones anaeróbicas que, por lo tanto, aparecen cuando el proceso no se desarrolla adecuadamente.
- Compuestos orgánicos volátiles.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis de la oferta y demanda de compost a nivel de micro y macro Región

3.1.1. Objetivo

El objetivo del estudio de mercado realizado en el presente trabajo es determinar la situación actual del mercado de producción de abono orgánico a nivel distrital y regional, en base al análisis de la oferta y la demanda histórica de este producto, para identificar la existencia de una posible demanda insatisfecha, a parte de la demanda que ya se tienen por parte de asociación Chontaloma.

3.1.2. Producto en el mercado

3.1.2.1. Producto

El producto a obtener es el compost un abono orgánico que sirve para recuperar y mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas, reducir los costos y la contaminación por fertilizantes sintéticos.

Este producto será elaborado a través del procesamiento de residuos orgánicos generados en el distrito de Catache. Éstos serán mezclados en proporciones adecuadas, previo acondicionamiento, para pasar por un proceso de descomposición aerobia denominado compostaje, donde luego de un período de tres meses y la aplicación de ciertos controles se obtendrá el producto final.

Cabe mencionar que, en el proceso de elaboración, el único producto que se obtiene es el compost deseado, no obteniéndose ninguna clase de subproducto en el proceso de compostaje.

3.1.2.2. Propiedades de calidad del compost

Las propiedades que debería tener el producto se presentan en la Tabla 3, donde se observa que la relación C/N, es óptima y se mantiene entre 12 y 30.

Tabla 3: Propiedades del Compost a Producir

Parámetro	COMPOST
pH	6,5 – 8,5
Conductividad eléctrica	5-12 dS/m
Materia orgánica	25 % en base seca
Nitrógeno	1,46
Fosforo	6 389 ppm
Potasio	2 702 ppm
Relación C/N	12 -30
Humedad	40-60 %
Granulometría	4,8 mm
Olor	A tierra agradable
Impurezas	<= 1 % por peso en base seca
-Plastico, metal, vidrio mayor a 2 mm	<= 5 % por peso en base seca
-Piedras Mayor a 5 mm	Ausente
-Vidrio Mayor a 16 mm	

Fuente: Norma Técnica Colombiana 5167 [19].

Se tomó como referencia a la Norma Técnica Colombiana, por motivo de que en Perú no existe hasta el momento una norma que especifique las propiedades que debería tener el compost; Además en Latinoamérica los países toman como referencia a la NTC 5167 porque tiene el respaldo del ICCA (International Congress and Convention Association) quien trabaja de la mano con SEAE (Sociedad Española de Agricultura Ecológica)

3.1.2.3. Uso

El producto será usado como abono orgánico para aplicación directa a las tierras agrícolas de la asociación Chontaloma la que cultivará granadilla netamente orgánica con calidad de exportación.

3.1.2.4. Productos sustitutos y similares

En este caso, el compost fabricado por la planta municipal de Catache, tendrá como productos sustitutos fertilizantes nacionales (todos orgánicos), así como aquellos de importación (químicos), estos últimos representan más del 95% del consumo total de fertilizantes a nivel nacional.

Los fertilizantes de producción nacional están conformados por guano de isla, gallinaza y humus de lombriz. A esto se debe sumar el abono orgánico elaborado de manera artesanal a partir de los residuos de determinadas industrias. En la Tabla 4, se presenta la composición de algunas fuentes de materia orgánica y fertilizantes de origen natural.

Tabla 4: Indicadores de Calidad de Productos Sustitutos del Compost

Abonos	Composición	Propiedades
Guano de isla	Nitrógeno: 12% Fosforo: 3% Potasio: 11% Materia orgánica: 54,66% - 66,72% Calcio: 2% - 8% Magnesio: 1% - 2,5% Carbono orgánico: 31,71% - 38,7%	Humedad: 26,8% – 60,88% pH: 6,38% - 6,38% CE (mmhos/cm ²): 14,6 – 18,3 Relación C/N: 9,70 – 11,48
Gallinaza	Nitrógeno: 6% Fosforo: 5% Potasio: 3% Materia orgánica: 54,66% - 66,72% Calcio: 2% - 8% Magnesio: 1% - 2,5% Carbono orgánico: 31,71% - 38,7%	Humedad: 26,8% – 60,88% pH: 6,38% - 6,38% CE (mmhos/cm ²): 9,2 Relación C/N: 9,70 – 11,48
Humus de lombriz	Nitrógeno: 1% - 2,6% Fosforo: 2% - 8% Potasio: 1% - 2,5% Materia orgánica: 30% - 70% Calcio: 2% - 8% Magnesio: 1% - 2,5% Carbono orgánico: 14% - 30%	Humedad: 30% – 60% pH: 6,8% - 7,2% CE (mmhos/cm ²): 3

Fuente: Picado [20], 2005.

3.1.3. Zona de influencia del proyecto

El proyecto estará situado en el distrito de Catache el cual se construirá con miras a fomentar la industria agrícola en la zona con el abastecimiento del sustrato a los agricultores que vienen trabajando con productos de exportación como la Granadilla que es un producto con una demanda creciente en los países bajos.

3.1.3.1. Factores que determinan el área de mercado

El área de mercado a seleccionar viene limitada por factores como:

- La existencia de una demanda efectiva.
- Una demanda creciente de compost.
- La existencia de materia prima.
- Costos, entre otros.

3.1.3.2. Área de mercado seleccionada

El área de mercado a seleccionar se encuentra en Chontaloma tierras de cultivo de la asociación que lleva el mismo nombre, ubicado en el distrito de Catache provincia de Santa Cruz departamento de Cajamarca, donde se cultivará 130 hectáreas de granadilla orgánica con calidad de exportación.

3.1.4. Análisis de la demanda

3.1.4.1. Características de los consumidores

Los consumidores en la región, son agricultores que vienen cultivando productos con calidad de exportación, que en muchos de los casos son productos que deben de tener ciertos estándares de calidad, entre ellos el de ser netamente orgánico, dichos requisitos requieren tener la producción de granadilla que producirá la asociación Chontaloma, la cual desea generar un producto cien por ciento orgánico usando como abonos amigables al medio ambiente que no alteren sus cualidades orgánicas del producto final, para ello se hará uso de compost y otros abonos orgánicos, en el caso del compost se necesita para la producción alrededor de 1 100 toneladas ya que por hectárea se le aplica 8 toneladas, según Cerdas [21].

3.1.4.2. Situación actual de la demanda

a) En Cajamarca

En este caso la demanda de fertilizante orgánico en Cajamarca es mínima, en muchos casos el mismo agricultor prepara su abono orgánico de manera artesanal el cual es suministrado a su propio terreno; pero si se tiene una cantidad aproximada de fertilizante sintético ya que este es comercializado de manera global en la región según Tabla 5, la misma que nos indica que para el año 2 018 se ha tenido un consumo de 314 986 toneladas de fertilizante químico.

Tabla 5: Consumo de Fertilizantes Químicos en Cajamarca.

AÑO	FERTILIZANTE (t)
2010	330 634
2011	313 986
2012	329 650
2013	308 376
2014	287 884
2015	247 392
2016	246 900
2017	331 634
2018	314 986

Fuente: SIEA Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias 2010 – 2018.

Solo las pequeñas organizaciones de agricultores que producen producto de exportación, no usan fertilizantes sintéticos por que contaminan el producto y degradan los terrenos agrícolas matando a los microorganismos que en ellos habitan.

En la Tabla 6 se muestra la cantidad de hectáreas sembradas en los últimos siete años y de abono orgánico que se hubiera podido usar en vez de abono sintético, para el cálculo de la demanda de abono orgánico se ha tenido en cuenta 8 toneladas por hectárea.

Tabla 6: Demanda de compost en la región de Cajamarca

AÑO	ÁREA SEMBRADA (ha)	DEMANDA DE ABONO ORGÁNICO (t)
2 012	255 357	2 042 856
2 013	255 995	2 047 960
2 014	258 320	2 066 560
2 015	261 536	2 092 288
2 016	263 018	2 104 144
2 017	265 104	2 120 833
2 018	267 190	2 137 523

Fuente: Agencia Agraria Santa Cruz [22], 2018

b) En Catache

Al igual que sucede a nivel regional en el Distrito de Catache también se acostumbra a usar fertilizantes sintéticos y de igual forma solo los productores que siembran productos con características necesarias para exportación usan abono orgánico como fertilizante de sus plantas, en la Tabla 7 se muestra la extensión de terreno cultivada desde el año 2012 al 2018, así como también la cantidad del fertilizante sintético utilizado y la cantidad de compost que se necesitó para fertilizar tales extensiones de terreno.

Tabla 7: Demanda de compost en el Distrito de Catache

AÑO	AREA SEMBRADA (ha)	DEMANDA DE ABONO ORGANICO (t)
2 012	4 389	35 112
2 013	4 482	35 856
2 014	4 798	38 384
2 015	5 085	40 680
2 016	5 389	43 112
2 017	5 609	44 872
2 018	5 870	46 960

Fuente: Agencia Agraria Santa Cruz [22], 2018

Entre los años 2013 y el actual la asociación Chontaloma ha venido cultivando media hectárea de terreno por año; para tales cultivos solo se ha usado sustrato orgánico (compost) preparado artesanalmente y en algunos casos se ha comprado de la empresa agroindustrial Pucalá del departamento de Lambayeque.

3.1.4.3. Situación futura

a) En Cajamarca

Haciendo un pronóstico con la herramienta de función lineal se obtuvo la siguiente demanda futura de fertilizante que podría ser tanto sintético como compost para los próximos diez años como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Demanda futura de compost en la Región de Cajamarca

AÑO	ABONO ORGÁNICO (t)
2 019	2 154 214
2 020	2 170 904
2 021	2 187 594
2 022	2 204 285
2 023	2 220 975
2 024	2 237 666
2 025	2 254 356
2 026	2 271 046
2 027	2 287 737
2 028	2 304 427
2 029	2 321 939

Fuente: Agencia Agraria Santa Cruz [22], 2018.

b) Catache

Haciendo un pronóstico con la herramienta de función lineal he obtenido la siguiente demanda futura de fertilizante que podría ser tanto sintético como compost para los próximos diez años, tal como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9: Demanda futura de compost en el Distrito de Catache

AÑO	AREA SEMBRADA (ha)	DEMANDA DE ABONO ORGANICO (t)
2 019	6 130	49 040
2 020	6 425	51 400
2 021	6 680	53 440
2 022	6 938	55 504
2 023	7 198	57 584
2 024	7 472	59 776
2 025	7 738	61 904
2 026	8 002	64 016
2 027	8 262	66 096
2 028	8 529	68 232
2 029	8 796	70 368

Fuente: Agencia Agraria Santa Cruz [22], 2019.

c) En la Asociación Chontaloma

La asociación Chontaloma actualmente cuenta con 130 hectáreas de terreno los cuales con asesoramiento de PROMPERU y con el apoyo de la ONG Diaconía dispondrán tales terrenos para el cultivo de Granadilla con calidad de exportación. Tal proyecto de cultivo de Granadilla se llevará en tres etapas las cuales se desarrollará en los tres años siguientes 2017 – 2019, las dos primeras de 40 hectáreas cada una dejando a la tercera las 50 hectáreas restantes, en la Tabla 10 se detalla el pronóstico de la demanda de compost de la asociación teniendo en cuenta su cronograma de siembra de granadilla, la cual al finalizar las etapas de siembra contara con 130 hectáreas más las dos hectáreas ya sembradas en los años 2013 al 2016 las cuales fueron sembradas a manera de estudio y sondeo para analizar la productividad de granadilla en la zona.

Tabla 10: Demanda futura de compost en la asociación Chontaloma

AÑO	DEMANDA ANUAL DE FERTILIZANTE ORGANICO (t)	PRODUCCION DE COMPOST ANUAL (t)	DEMANDA INSATISFECHA (t)
2 019	1 040	209.93	830.07
2 020	1 040	209.93	830.07
2 021	1 040	209.93	830.07
2 022	1 040	209.85	830.15
2 023	1 040	209.85	830.15
2 024	1 040	209.85	830.15
2 025	1 040	209.77	830.23
2 026	1 040	209.77	830.23
2 027	1 040	209.77	830.23
2 028	1 040	209.70	830.30
2 029	1 040	209.70	830.30

3.1.5. Análisis de la oferta en de la planta compostera

En Catache la única entidad que ofertará abono orgánico es la Municipalidad Distrital de Catache por medio de su compostera municipal teniendo una producción aproximada de compost de acuerdo como detalla la Tabla 11, para lo cual se ha tenido en cuenta la producción per cápita anual por habitante en Catache que es 110,57 kg al año aproximadamente, según la Municipalidad de Distrital de Catache [23].

También se ha tenido en cuenta la relación de descomposición de los residuos a compostaje, la que nos dice que del 100% de masa tiende a reducir a un 76,2% de su masa inicial y el 68% de su volumen, según Ardila, *et al* [24].

Tabla 11: Oferta de compost con respecto a la materia prima adquirida

AÑO	POBLACIÓN		PRODUCCION ANUAL DE RSO (t)	PRODUCCION ANUAL DE COMPOST (t)
	DIDTRITAL	CASCO URBANO		
2 009	10 181	2 046	277.87	-
2 010	10 167	2 043	277.56	-
2 011	10 147	2 039	277.15	-
2 012	10 122	2 034	276.64	-
2 013	10 090	2 027	275.91	-
2 014	10 053	2 020	275.19	-
2 015	10 010	2 011	274.27	-
2 016	10 112	2 032	276.43	-
2 017	10 110	2 031	276.33	-
2 018	10 108	2 031	276.33	-
2 019	10 106	2 030	276.22	209.93
2 020	10 105	2 030	276.22	209.93
2 021	10 103	2 030	276.22	209.93
2 022	10 101	2 029	276.12	209.85
2 023	10 099	2 029	276.12	209.85
2 024	10 097	2 029	276.12	209.85
2 025	10 095	2 028	276.02	209.77
2 026	10 093	2 028	276.02	209.77
2 027	10 092	2 028	276.02	209.77
2 028	10 090	2 027	275.91	209.70
2 029	10 089	2 027	275.91	209.70

Para la oferta que se llegará a tener en la planta compostera se añade los 200 kg de estiércol de ganado caprino; lo cual equivale a 67, 2 t anuales y serán entregadas por la granja, de la familia Villegas del caserío de Munana. Esta materia prima ayudará a reducir la relación carbono nitrógeno además de incrementar el volumen de producto final que se encuentra en la Tabla 11, dicho incremento se mostrará de manera individual en el Tabla 12 cuyas cantidades serán usadas para el diseño de la planta compostera para el cálculo total de dichos residuos se agregó a un total de 200 kg diarios recolectados de la Granja Villegas del caserío de Munana, los mismos que por costumbre han tenido de arrojar los residuos al intemperie.

Tabla 12: Oferta de compost con respecto a los datos de la Tabla 11

AÑO	CANTIDAD DE RSO EN PLANTA (t)	PRODUCCION DE COMPOST (t)
2 019	276,22	209,93
2 020	276,22	209,93
2 021	276,22	209,93
2 022	276,12	209,85
2 023	276,12	209,85
2 024	276,12	209,85
2 025	276,02	209,77
2 026	276,02	209,77
2 027	276,02	209,77
2 028	275,91	209,70
2 029	275,91	209,70

3.1.6. Demanda insatisfecha (Balance de oferta y demanda)

Haciendo el balance con la demanda calculada de abono y la producción que podría tener la compostera municipal, se tiene como resultado los datos que se muestran en la Tabla 13, tales datos nos muestran que la venta de abono que se produzca va a tener mercado seguro durante la permanencia del proyecto; ya que no logra superar la cantidad total deseada de abono.

Tabla 13: Balance de la oferta y la demanda

AÑO	DEMANDA ANUAL DE FERTILIZANTE ORGANICO (t)	PRODUCCION DE COMPOST ANUAL (t)	DEMANDA INSATISFECHA (t)
2 019	1 040	209.93	830.07
2 020	1 040	209.93	830.07
2 021	1 040	209.93	830.07
2 022	1 040	209.85	830.15
2 023	1 040	209.85	830.15
2 024	1 040	209.85	830.15
2 025	1 040	209.77	830.23
2 026	1 040	209.77	830.23
2 027	1 040	209.77	830.23
2 028	1 040	209.70	830.30
2 029	1 040	209.70	830.30

3.1.7. Precios

1. Evolución histórica de los precios

Los precios del compost por tonelada en el Departamento de Cajamarca se encuentran detallados en la siguiente Tabla 14 según años transcurridos, los mismos que muestran que los precios de los abonos orgánicos tienen tendencia a subir, esto viene sucediendo en los últimos años; porque el gobierno nacional por medio de PROMPERU está promoviendo las exportaciones y las empresas privadas están requiriendo productos cada vez más con características orgánicas.

Tabla 14: Precios por tonelada de los diferentes abonos en Cajamarca

Año	Guano de la Isla S/	Gallinaza S/	Humus de Lombriz S/	Compost S/
2 011	1 263	315	650	460
2 012	1 282	348	710	500
2 013	1 292	357	760	540
2 014	1 315	396	950	699
2 015	1 334	410	1100	755
2 016	1 350	437	1010	710
2 017	1 367	461	980	725
2 018	1 200	485	1050	730

Fuente: Agencia Agraria Santa Cruz [22], 2019

2. Proyección de precios

Mediante la herramienta de pronóstico se ha podido calcular los datos mostrados en la Tabla 15, los mismos que si bien es cierto no es algo seguro que los abonos lleguen a tales precios; pero nos da un alcance de que tienen tendencia a subir cada día.

Tabla 15: Proyección de precios por tonelada de los diferentes abonos en Cajamarca

Año	Guano de la Isla S/	Gallinaza S/	Humus de Lombriz S/	Compost S/
2019	1 310	509	1 172	832
2020	1 312	533	1 232	874
2021	1 314	557	1 292	917
2022	1 316	581	1 352	960
2023	1 318	605	1 412	1 002
2024	1 320	629	1 472	1 045
2025	1 322	653	1 532	1 088
2026	1 324	677	1 592	1 130
2027	1 326	701	1 652	1 173
2028	1 328	725	1 712	1 216
2029	1 326	749	1 767	1 254

Fuente: Agencia Agraria Santa Cruz [22], 2019

3.1.8. Plan de ventas

Para determinar el plan de ventas, se tomó como referencia el precios de compost según pronóstico entre los años 2 020 al 2 029 que se detalla en la Tabla 16.

Tabla 16: Plan de ventas anual

AÑO	PRODUCCION DE COMPOST (t)	IMPORTE EN (S/)
2020	209,93	183 478,69
2021	209,93	192 505,67
2022	209,85	201 457,53
2023	209,85	210 271,30
2024	209,85	219 294,92
2025	209,77	228 233,40
2026	209,77	237 043,88
2027	209,77	246 064,13
2028	209,70	254 989,23
2029	209,70	262 957,64

3.1.9. Comercialización del producto

La estrategia usada en este caso es el convenio Municipalidad-asociación la cual permitirá asegurar la venta de la producción de compost, a su vez el comprador también visitará periódicamente la planta; con la finalidad de verificar que la producción lleve un buen procedimiento de compostaje, según Moreno [16].

3.2. Composición de residuos orgánicos producidos por el Distrito de Catache

Para realizar la composición de los residuos generados por el Distrito de Catache se ha hecho uso de las distintas caracterizaciones elaboradas durante los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2015 (ver anexo de N°4) en la tabla N°17 puede ver en qué porcentajes son generados en el que se tiene un 61,15% de materia orgánica del hogar sin presencia de grasas; 29,58% de estiércol y 9,26% de madera y follaje.

Los datos mostrados en la Tabla 17 han sido usados para cuantificar la cantidad en la que son generados los mismos que son clasificados de acuerdo a su similitud de carbono y nitrógeno para su respectivo cálculo que se muestra en la Tabla 18 en la que detalla la cantidad de carbono, nitrógeno y humedad total de los residuos, que serán segregados y tratados mediante el proceso de compostaje.

Tabla 17: Composición de los residuos orgánicos generados en el casco urbano del Distrito de Catache

MATERIALES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS %
Materia orgánica del hogar sin presencia de aceites y grasas		
Hortalizas (restos de repollo, col, coliflor, lechuga, etc.)	154,41	18,84%
Cascara de raíces y tubérculos	119,99	14,64%
Cascara de cítricos	12,38	1,51%
Cascara de menestras (frijol, alverja, lenteja de palo, chileno, etc.)	75,89	9,26%
Cascaras y restos de frutas de cascara suave.	34,42	4,20%
Hojas de maíz.	82,94	10,12%
Cascar de calabazas (Chiuchi, zapallo, loche y sandia.)	10,57	1,29%
Otros	10,57	1,29%
Sub Total	501,18	61,15%
Madera y follaje		
Pedazos de madera	4,43	0,54%
Restos de carrizo, Guayaquil.	2,62	0,32%
Aserrín y viruta	24,75	3,02%
Tallos de maíz y pastos.	13,28	1,62%
Tusas de maíz	30,90	3,77%
Sub Total	75,98	9,27%
Estiércol		
Aves de corral	11,47	1,40%
Guano de bobino, equino, caprino.	7,95	0,97%
Papel higiénico	19,67	2,40%
Granja Villegas	200,00	24,81%
Sub Total	239,09	29,58%
TOTAL	816	100,00%

Fuente: Municipalidad de Catache [23], 2015.

En la Tabla 18 se ha hecho el cálculo de relación C/N así como también la humedad con la que son recibidos los residuos orgánicos a la planta de compostaje, en el mismo también se puede observar que la relación C/N de 14,09 y una humedad de 65%.

Tabla 18: Porcentajes y cantidades de Carbono, Nitrógeno y Humedad

Material	% de MO	Composición aproximada			Peso	C	N	H2O
		% C	% N	% H2O				
Hortalizas	18,84%	8%	3%	87%	153,78	12,30	4,61	133,79
Estiércol de aves de corral	1,40%	40%	3%	20%	11,43	4,57	0,34	2,29
Estiércol de oveja del Criadero Villegas	24,81%	21%	2%	75%	200	42,53	4,05	151,88
Estiércol de vaca	0,32%	3%	2%	90%	2,61	0,08	0,05	2,35
Estiércol de caballo	30,90%	10%	0%	65%	252,22	25,22	0,00	163,95
Otra fracción orgánica de RSO	10,12%	18%	0,30%	60%	82,61	14,87	0,25	49,56
Estiércol de Oveja	0,32%	21%	1%	75%	2,61	0,55	0,03	1,96
	0,32%	6%	0%	90%	2,61	0,16	0,00	2,35
	1,29%	10%	0%	65%	10,53	1,05	0,00	6,84
Papel higiénico	2,40%	46%	0%	6%	19,59	9,01	0,00	1,18
Madera y follaje	9,26%	28%	0%	20%	75,59	21,16	0,00	15,12
TOTAL					816,26	131,50	9,33	531,27

Relación C/N	14,09
Humedad en porcentaje	65%
Agua que contiene 1kg de RSO	0,394 kg
MO que contiene 1kg de RSO	0,606 kg

Fuente: FAO [25], 2013.

3.3. Plan de manejo de residuos orgánicos, para la recolección efectiva teniendo en cuenta el crecimiento poblacional del Distrito

El plan de recolección de residuos se desarrollará mediante la segregación efectiva en la fuente el cual será impulsado por un plan de educación y sensibilización ambiental, para el desarrollo de este plan se tendrá como referencia a la guía metodológica para implementar un programa de segregación en la fuente y recolección efectiva de residuos sólidos municipales del Ministerio de Ambiente [26].

3.3.1. Aspectos generales

3.3.1.1. Alcance

La presente propuesta va dirigida a todos los trabajadores de la Municipalidad de Catache y población en general; su cumplimiento y éxito depende del esfuerzo de todos, y presenta una serie de medidas aplicadas a las actividades de gestión de los residuos sólidos. Del mismo modo las responsabilidades para el cumplimiento del presente figuran en la Ley General de Residuos Sólidos- Ley N° 27314 [30].

3.3.1.2. Objetivos

- Conseguir que la municipalidad distrital de Catache realice una adecuada gestión y manejo de sus residuos sólidos generados.
- Mejorar las condiciones de seguridad del personal expuestos a residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final.
- Minimizar el impacto negativo que estos residuos generan al ambiente y a la salud de las personas.
- Sensibilizar a las autoridades y a la población del Distrito de Catache de los riesgos que ocasiona el manejo inadecuado de residuos sólidos, a las personas y al ambiente.

3.3.1.3. Base legal

- Ley General de Residuos Sólidos Modificada por D.S N° 1065 - Ley N° 27314.
- Ley General del Ambiente - Ley N° 28611.
- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos - Decreto Supremo N° 057-04.
- Ley que Regula la Actividad de los Recicladores - Ley N° 29419.
- Ley Orgánica de Municipalidades - Ley N° 27972. Ley General de Salud – Ley N° 26842.

3.3.1.4. Unidad responsable de la implementación

La unidad responsable de llevar acabo la implementación es el Área de Gestión Ambiental.

3.3.1.5. Participación de entidades involucradas

Las entidades que están involucradas en dicho plan de manejo y recolección efectiva en la fuente son los siguientes:

- Municipalidad distrital de Catache -Área de Gestión Ambiental.
- Instituciones educativas.
- Población civil organizada.

3.3.1.6. Beneficios

El plan de manejo de residuos sólidos y recolección efectiva en la fuente permitirá generar beneficios ambientales, sociales y económicos, que se detallan a continuación:

A. Ambientales

- Disminución de la cantidad y peligrosidad de los residuos.
- Preservación de recursos naturales.
- Disminución de focos de contaminación.
- Una ciudad más limpia y saludable.

B. Sociales

- Desarrollo de la cultura ambiental en la comunidad.
- Mejora el entorno ambiental.
- Cambio de hábitos y costumbres en la población.
- Involucramiento de la población en la solución de los problemas ambientales.
- Promueve la formalización y reconocimiento de los recicladores.

C. Económico

- Genera nuevos puestos de trabajo formales.
- Mejora los Ingresos de los trabajadores recicladores formalizados.
- Menores costos de recolección y disposición final.

3.3.2. Programa de segregación en la fuente

Entre los roles que deben cumplir las municipalidades se encuentra la minimización de los residuos sólidos, es implementar progresivamente programas de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, facilitando su reaprovechamiento y asegurando su disposición final diferenciada y técnicamente adecuada, conforme el inciso 12 del artículo 10 de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos [30].

En ese sentido la Municipalidad distrital de Catache en cumplimiento de ello deberá incorporar el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en el Distrito denominado “CATACHE RECICLA”. Para hacer efectivo el programa, se deberá promover una cadena integral de reciclaje estableciendo alianzas estratégicas con organizaciones sin fines de lucro, empresa de comercialización de residuos sólidos, instituciones educativas, participación ciudadana y asociación de recicladores formalizados.

Para implementar el presente programa de segregación en la fuente (hogares e instituciones educativas) de residuos sólidos se utilizará como estrategia básica la educación ambiental, la que tiene como finalidad sensibilizar y capacitar a la población, de tal manera que cada familia e institución ubicada en la zona de intervención realice la segregación de los residuos de forma adecuada, según el MINAN [26].

Otro aspecto importante es la participación de todos las personas involucradas, para ello se convocará a los dirigentes vecinales, directivos y representantes de instituciones que existen en la jurisdicción, para darles a conocer el plan e involucrarlos en cada una de las actividades que se desarrollarán.

3.3.2.1. Participantes del programa

Se implementará el Programa al 100% de las viviendas urbanas del Distrito de Catache y el caserío Munana equivalente a 316 viviendas; debido a que es un lugar pequeño y se puede trabajar con toda la población; adicionalmente se debe contar con la participación de instituciones educativa. La distribución de número de viviendas urbanas se realizó teniendo en cuenta el CENSO de vivienda y población, según INEI [28].

Tabla 19: Viviendas en el Distrito de Catache a nivel casco urbano y rurales aledaños

Categoría	Número de casa	Población
Urbano	460	1937
Rural	30	73
Total	490	2010

Fuente: INEI- Censo Poblacional, 2007.

A demás tener una participación total de las instituciones educativas de dichas zonas las cuales se detallan en la Tabla 20.

Tabla 20: Centros educativos que se han tomado en cuenta para el proyecto

INSTITUCIÓN	NIVEL
IE San Agustín	Secundario
IE 10638	Primario
IE 436	Inicial

Fuente: Ministerio de Educación

3.3.2.2. Recolección selectiva de los residuos

A. Tipo de recipiente

El programa brindará en su primera etapa bolsas negras de polietileno de 40 litros a los vecinos con fin de incentivar su participación. Luego de 60 días se dará inicio a la segunda etapa en la cual ya no serán entregadas más bolsas, pero si se proporcionará cintas adhesivas con logos, las mismas que servirán para sellar e identificar los residuos reaprovechables.

- Residuos sólidos orgánicos sin presencia de grasas.
- Papel, cartón.
- Metales.
- Botellas plásticas PET.

B. Mecanismos de la recolección selectiva

El programa de segregación se ha de implementar considerando actividades en 5 etapas, como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21: Proceso de recolección selectiva

Flujo del proceso de residuos	Descripción
<p>Etapa 1: Identificación y formalización de segregadores informales.</p>	<p>Esta etapa se debe identificar a los segregadores informales de la jurisdicción, quienes podrían integrar el Programa. Luego se procede a la capacitación y deberán contar con uniforme, equipos de protección personal y vehículo para realizar la actividad y carnet de identificación.</p>
<p>Etapa 2: Sensibilización de viviendas, comercios y centros educativos.</p>	<p>Identificar la zona en las que se iniciará el programa, teniendo en cuenta la disponibilidad de la población para participar en el programa. Para la sensibilización se utilizará trípticos, afiches, material audiovisual, con la información detallada del programa. La vivienda participante del programa tendrá un sticker en su frontis. Es necesario monitorear y verificar los avances y resultados de la sensibilización a fin de modular la orientación del programa.</p>
<p>Etapa 3: Recolección por zonas</p>	<p>La recolección selectiva en las viviendas se realizará los 6 días de la semana durante todo un día, donde los miembros de la vivienda participante entregan en una bolsa los residuos reciclables señalados en el tríptico del programa. La recolección se realiza tocando la puerta de la casa que cuenta con el sticker y se solicita su bolsa de residuos clasificados, la que es trasladada y depositada en el vehículo.</p>
<p>Etapa 4: Segregación y acopio de residuos recolectados y compostaje.</p>	<p>La instalación de comercialización debe contar con zonas de segregación y almacenamiento, pesaje de residuos, zona de carga y descarga, estacionamiento, vestuarios, baños, extintores contra incendios, señalización, entre otros. Cabe indicar que la municipalidad cuenta con un área disponible para esta actividad.</p>
<p>Etapa 5: Comercialización de los residuos</p>	<p>Se propone la asociación de los recicladores formalizados y en conjunto realicen un estudio de mercado identificando los clientes o compradores de los residuos, posibilidades de reaprovechamiento, y precios a fin de evaluar su sostenibilidad en el tiempo. Cabe indicar que estos ingresos serán destinados para beneficios de ellos o de la asociación.</p>

Fuente: Adaptado de la Guía Metodológica para el Desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos, MINAM [27].

3.3.2.3. Selección de zonas por la municipalidad de Catache

En la Tabla 22 se muestra los sectores en donde se llevará a cabo el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios “CATACHE RECICLA”, seleccionados por criterios de zonificación y fácil acceso a los vehículos de recolección.

Tabla 22: Sectores participantes del programa

Zona	Sector	Calles referenciales	Número de predios
A	Centro Urbano	San Agustín	193
B	Centro Urbano	Revolución y Javier Iglesias	146
C	Centro Urbano	Francisco Burga	121
D	Zona Rural y Granja Villegas	Carretera Chiclayo - Santa Cruz	30
Total de predios			490

Fuente: Plano de catastro del Distrito de Catache.

3.3.2.4. Horarios y frecuencia

Las frecuencias determinadas para el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios “CATACHE RECICLA” son los siguientes:

Tabla 23: Horarios y frecuencia de recolección

Día	Horario	Sector	Calles Referenciales
Lunes. a Sábado	8 am - 12 pm y de 1 pm - 5 pm	Centro Urbano	San Agustín, Revolución, Javier Iglesias

3.3.2.5. Rutas de recolección selectiva del programa de segregación

A continuación, se presentan las rutas de recolección selectiva del programa de segregación “CATACHE RECICLA”, diseñada por sectores y turnos de recolección (Ver anexo 20).

3.3.2.6. Aspectos administrativos del programa

A. Del registro municipal de recicladores

Todas las organizaciones de recicladores de residuos sólidos que pretendan operar en el Distrito de Catache, deberán registrarse ante la municipalidad, con sujeción al trámite del presente programa; y cumplir con lo que estipula Ley N° 29419, que regula la actividad de los recicladores, su Reglamento aprobado

por Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM y la normativa aplicable a la materia.

Para la correcta implementación del registro municipal, el programa con apoyo del proyecto “CATACHE RECICLA” convocará masivamente a los recicladores de todo el Distrito, para su empadronamiento, registro y censo. En caso de que no exista masiva participación, el programa prevé buscar estrategias para empadronar a los recicladores, como visitas en la vía pública, lugares de venta, entre otros.

Asimismo, la inscripción en el Registro municipal tendrá una vigencia de 2 años y podrá ser renovada a solicitud de la organización de recicladores interesada, presentando su pedido en un plazo no menor a 60 días hábiles antes del vencimiento de la referida autorización, adjuntando los requisitos señalados en el literal D) a continuación.

B. Asesoramiento en formalización

El programa de asesoramiento de formalización; apoya la organización con el fin de asegurar la sostenibilidad de sus labores, así como en la gestión de los requisitos legales para la conformación respectiva.

C. Campañas de capacitación y vacunación

La municipalidad de Catache, gestionará jornadas de capacitación dirigidas a los recicladores informales, a fin de mejorar sus capacidades. La temática incluye:

- Manejo integral de residuos sólidos
- Seguridad y salud ocupacional
- La gestión empresarial y el reciclaje
- Habilidades sociales y desarrollo profesional

Asimismo, la Municipalidad coordinará con las entidades correspondientes (MINSA, DIGESA) las campañas de vacunación contra el tétano y hepatitis B; así como su afiliación al Sistema Integral de Salud (SIS).

D. Requisitos para la inscripción en el Registro municipal de recicladores

A continuación, se describen los requisitos de la inscripción.

1. Solicitud dirigida al Sr. Alcalde de Catache, consignando los siguientes datos:
 - Denominación y domicilio de la organización de recicladores de residuos sólidos.

- Identificación y firma del representante legal
- 2. Copia simple de la ficha registral de la organización de recicladores, emitida por los Registros Públicos.
- 3. Copia simple del documento nacional de identidad del representante legal de la organización solicitante.
- 4. Padrón de asociados, indicando los nombres completos, documento nacional de identidad, edad, domicilio y firma de cada asociado, indicando a su vez el servicio que prestan (tipo de residuo que recolectan)
- 5. Ficha de datos básicos de cada uno de los recicladores con carácter de declaración jurada, adjuntando copia simple de DNI, constancia de vacunación contra el Tétano y la Hepatitis B, así como foto tamaño pasaporte a color.
- 6. Copia simple del certificado de capacitación establecido en el artículo 36° del Reglamento de la Ley N° 29419 correspondiente a cada uno de los asociados.
- 7. Compromiso firmado por el representante de la organización solicitante, para la oportuna presentación de la información referente a los resultados de su actividad así como para la actualización de datos de la organización a la municipalidad distrital Catache.
- 8. Declaración jurada de fiel cumplimiento de las disposiciones técnicas referentes al personal, implementos y vehículos, con sujeción a lo establecido en el presente programa.

E. Trámite para la inscripción en el Registro Municipal de recicladores

Dentro de los 15 días hábiles posteriores a la presentación de la solicitud y sus respectivos requisitos, el área encargada deberá emitir la correspondiente resolución admitiendo o denegando el petitorio. En caso afirmativo, dentro de los 5 días hábiles siguientes a la notificación de la correspondiente resolución se programará una inspección ocular sobre el personal, implementos y vehículos; en caso estar todo en orden se procederá a emitir las respectivas credenciales.

Asimismo, las presentaciones de la solicitud con requisitos incompletos serán improcedentes y constará en la respectiva resolución. Dadas las implicancias en materia de salud, medio ambiente y seguridad ciudadana, será de aplicación el silencio administrativo negativo.

F. Actualización de datos en el Registro municipal de recicladores

Todas las organizaciones de recicladores inscritas en el registro municipal deberán mantener actualizados los datos concernientes a su padrón de asociados, reportando con periodicidad mensual dentro de los 3 días hábiles de cada mes. En caso de nuevos asociados, deberá ser inmediatamente

gestionada su incorporación al correspondiente registro municipal cumpliendo con los requisitos establecidos.

G. Perfil del reciclador

Deberán cumplir con el siguiente perfil:

Tener edad mínima de 18 años, para lo cual deberán contar con DNI vigente. En caso de mujeres en gestación que laboren como recicladoras en forma independiente, sólo podrán desarrollar dicha actividad hasta los 7 meses de embarazo, pudiendo reincorporarse a la misma al cumplir un mes del alumbramiento, debiendo acreditar los controles médicos que así lo permitan.

3.3.2.7. Educación y sensibilización ambiental

Con el objetivo de promocionar el Programa de Segregación “CATACHE RECICLA”, se debe desarrollar una campaña activa de sensibilización ambiental (según Tabla 24) que consista en realizar visitas programadas de acuerdo a un calendario de intervención a cada una de las zonas priorizadas, mediante las visitas domiciliarias de promotores ambientales. Con anticipación a la fecha de visita se deberá realizar la promoción del programa de las diversas formas de comunicación entre la municipalidad y los actores involucrados.

Tabla 24: Campaña de sensibilización

Actividades	Descripción	Objetivo	Herramientas
Convocatoria	Se dictarán talleres al personal contratado y voluntarios que visitarán las viviendas involucradas.	Capacitar al personal encargado de difundir información acerca del programa	Materiales impresos Otros
Asignación de zonas	Se asignarán zonas al personal contratado para realizar visitas puerta a puerta	Organizar correctamente las visitas para evitar el mal manejo de la información.	Plano de las zonas o plano de sectorización
Sensibilización	Capacitadores entregarán material informativo y material que será usado por los pobladores en el proceso de segregación.	Informar correctamente a la población mediante herramientas de comunicación	Eventos de sensibilización, Sensibilización puerta a puerta Trípticos Bolsas Cintas Adhesivas, Sticker
Difusión	Se realizará la difusión a través de los medios del programa	Comunicar a nivel masivo información del programa	Spots de radio. Diseño de afiches Diseño por redes sociales Diseño para web
Monitoreo y control	Se realizará el monitoreo periódico y retroalimentación del cumplimiento del programa	Garantizar la continuidad y el buen manejo una vez implementado el programa	Spots de radio Diseño de afiches Diseño por redes sociales

Fuente: Ministerios del Ambiente [26], 2015

A. Medios de comunicación

Publicar en el Facebook de la municipalidad de Catache el Programa de Segregación “CATACHE RECICLA” el cual será descrito, además se contratará anuncios en radios locales más sintonizadas para difundir mensajes del programa.

B. Sensibilización puerta a Puerta

Los promotores ambientales juveniles y vecinales visitarán puerta a puerta las viviendas de las zonas explicando la dinámica de participación requerida y entregarán los recipientes verdes, celestes y marrones, para que inicien la segregación de residuos en la fuente, la visita tiene varios fines que son detallados a continuación:

1. Entregar y explicar el uso correspondiente de los recipientes que el municipio entregará (a través del recolector) por única vez, para la segregación de sus residuos.
2. Entregar un folleto y sticker informativo e indicar con ayuda del mismo ejemplos de residuos reciclables que deberán depositarse en los recipientes, así como el día y hora de recojo del mismo.
3. Solicitar datos del predio y sus habitantes según lo requiera el formato de capacitación puerta a puerta.
4. Si el habitante del predio permite ingresar a la casa, a fin de sugerir un lugar adecuado para colocar los recipientes de segregación, además pegar el sticker de segregación como recordatorio en una zona visible.
5. Dar consejos prácticos para una adecuada segregación:
 - Seleccionar adecuadamente los residuos orgánicos sin presencia de grasa y colocarlos en el recipiente verde.
 - Enjuagar envases plásticos y de vidrio, quitar etiquetas y tapas de botellas, aplastar envases plásticos a fin disminuir volumen, cuidar que envases de vidrio no se rompan con el fin de no contaminar los residuos, colocar el papel en bolsas que se vayan a desechar para su fácil separación, Todo esto se colocara en el recipiente celeste.
 - Los residuos orgánicos con alto contenido de grasa y otros residuos que no sean aprovechables como vidrios rotos, trapos con aceite sintético y otros hidrocarburos desechados se colocaran en recipiente marrón.

6. Recordar a los vecinos que únicamente deberán entregar los recipientes al recolector municipal debidamente identificado.
7. Absolver cualquier pregunta o duda del vecino y tomar nota de sus sugerencias.

C. Compromiso Ambiental

Se deberá realizar la entrega de compromisos ambientales, las cuales pueden ser mediante material de merchandising (pulseras, lapiceros, otros), además de explicar el objetivo del proyecto y solicitándoles su activa participación para el éxito del mismo.

D. Afiches publicitarios

Diseñar y confeccionar afiches A3 promocionando la implementación del programa de segregación, las que deberán estar colocadas en las zonas priorizadas.

E. Tríptico

diseñar y confeccionar trípticos tamaños A4 con el objetivo de informar, capacitar y promover el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios en viviendas urbanas del Distrito.

F. Sticker

Tendrán el logro del programa y serán rectangulares de 16 cm de largo x 7 cm de ancho, colocado en un lugar visible de la fachada de las viviendas para identificar rápidamente que participan del programa y sean reconocidas como vivienda cuyos ocupantes están comprometidos con el cuidado del ambiente. Facilitando la recolección de los recicladores formalizados.

3.3.2.8. Incentivos para la promoción de la participación ciudadana

Se recomienda que la Municipalidad distrital de Catache proponga la aplicación de incentivos para los vecinos que participan en el programa de segregación, estos incentivos pueden ser muy variados. A continuación, se describe algunas medidas que puede adoptar la municipalidad sobre la entrega de incentivos, quedando a criterio de ello su selección:

A. Descuento para el pago de arbitrio de Limpieza Pública

El Bono ecológico se dirige a los vecinos que participan en el programa de segregación. Este bono permite el descuento en el pago de arbitrios, siempre y cuando los pagos hayan sido efectuados puntualmente.

B. Entrega de módulos de limpieza

Se hace entrega de módulos de limpieza a los vecinos que participan activamente del programa de segregación.

C. Entrega de productos elaborados con material reciclado

Se hace entrega de artículos elaborados con material reciclado en contraparte por la entrega de los residuos.

D. Campaña de Salud

Son promovidas por la Municipalidad de Catache como retribución a la colaboración de los vecinos participantes del programa de segregación.

3.3.2.9. Sistematización de resultados

Tiene como objetivo fundamental analizar el comportamiento evolutivo de los materiales reciclables (papel, cartón, vidrio, lata, plástico), recolectados dentro del Programa de Segregación en la Fuente “CATACHE RECICLA”.

A. Recopilación de datos

Será determinado por la recolección del material reciclado y por su venta, la empresa comercializadora de residuos sólidos emitirá un Boucher que serán trasladados a los formatos mostrados en anexo 7.

B. Matriz de peso de material recolectado

Contiene el total de pesos recolectado por operador de recolección selectiva (reciclador formalizado) con la finalidad de poder realizar el posterior análisis correspondiente.

C. Análisis de Resultados

Mostrará los resultados cuantitativos de los materiales recolectados en el programa, dicho análisis comprenderá: Materiales recolectados por reciclador formalizado, valorización económica y valoración ambiental de los residuos sólidos reciclados en el periodo 2019.

3.3.3. Almacenamiento de residuos

3.3.3.1. Almacenamiento domiciliario

Para el almacenamiento domiciliario de los residuos sólidos se recomienda el uso de sacos o bolsas plásticas de 40 litros; cabe indicar que la mejor opción sería utilizar sacos porque es más fácil que el operario vacíe el contenido y los puedan reutilizar; de lo contrario pueden utilizar un tacho con las siguientes características: material resistente y duradero, poseer asas para su manipulación, una tapa resistente y que cubra herméticamente su contenido, el volumen apropiado será de 15 o 20 litros. El área en el cual deberán colocarse los recipientes para el almacenamiento de los residuos deberá tener al menos las siguientes características:

- El piso sobre el que se asienta debe ser firme y sólido.
- Debe ser libre de áreas en las cuáles exista actividad humana.
- El área debe estar provista de la suficiente ventilación a fin de evitar que los posibles olores emitidos por los residuos puedan causar molestias a terceros.
- Poseer una cobertura para evitar la acción del agua de lluvia o el sol y estar fuera del alcance de los niños y animales domésticos
- Visible y de fácil acceso para los operarios encargados de la recolección.

3.3.3.2. Instalación de papeleras

Los residuos sólidos flotantes generados en las zonas públicas se han incrementado gradualmente con el paso de los años debido al incremento de los establecimientos comerciales y el parque automotriz, por ellos en esta parte del proyecto se contempla la instalación de diez papeleras fabricada en polietileno de alta densidad que limite la penetración de aguas de lluvia, con capacidad de 50 litros. Deberán estar ubicados en cada esquina del parque principal, y las otras 06 en puntos estratégicos de mayor concurrencia de peatones y negocios, ya que no se cuenta con depósitos de almacenamientos; la frecuencia de vaciado debe ser cada vez que el recolector pase, con el objetivo de evitar una sobrecarga de residuos y descomposición de los mismos. Se debe tener en cuenta que dichos dispositivos reúnan mínimamente las siguientes características:

- Material de alta resistencia.
- Sin ángulos para evitar acumulación de los residuos.
- Lavables sin riesgo de deterioro acumulativo.
- De fácil limpieza y mantenimiento.

Tabla 26: Criterios de selección

Color de recipiente	Funcionalidad
Marrón	Residuos orgánicos sin presencia de grasas o aceites
Azul	Residuos reciclables papel, cartón
Amarillo	Residuos reciclables metales, botellas plásticas,
Negro	Residuos que no sean reciclables como vidrios, pañales descartables, pilas, grasas, etc.,

Fuente: Norma Técnica Peruana, NTP 900.058 2005 [29].

3.3.3.3. Implementación de puntos limpios

Se considera la instalación de equipos de almacenamiento con capacidad de 120 litros en espacios públicos controlados; con el objetivo de fomentar el uso de estos equipos para la segregación de residuos reciclables en establecimientos públicos y privados. Debe estar diseñado de un material reforzado a fin de alargar la vida útil de los mismos y tomando en cuenta que estarán expuestos a condiciones climáticas propias de la zona y acciones inadecuadas por parte de los ciudadanos.

La instalación de puntos limpios debe ser ubicada en zonas estratégicas del lugar, accesibles para la ciudadanía, y llevar los colores correspondientes según la normativa técnica NTP 900.058.2005 [29].

A continuación, en la Tabla 27 se muestra los lugares en donde deben ser ubicados los contenedores debido a que son zonas muy concurrentes y muchos de ellos puntos críticos de almacenamiento de residuos. Cabe indicar que para el almacenamiento de estos contenedores se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: protegerlos del sol y de la lluvia, estar en un lugar fijo y seguro para evitar que sean malogrados o perdidos, evitar su manipulación por personas ajenas a la recolección de residuos y estar bajo supervisión de un encargado.

Tabla 27: Ubicación de los puntos limpios en el Distrito de Catache

Ubicación	N° de puntos limpios	N° de contenedores	Frecuencia de vaciado	Referencia.
Parque Principal de Catache	4	16	Interdiario	En las esquinas de la Plaza de Armas
I.E. Primaria 10 638	1	4	Interdiario	Calle San Agustín frente a la I.E.
I.E. Secundaria San Agustín	1	4	Interdiario	Calle San Agustín frente a la I.E
Centro de salud	1	4	Interdiario	Calle Javier Iglesias frente al centro de salud
Comisaría	1	4	Interdiario	Calle Manuel Francisco Burga frente a la comisaria
Calle Principal San Agustín	2	8	Interdiario	Intersección de las calles San Agustín-Calle Arica y San Agustín – Calle Manuel Francisco Burga

3.3.4. Servicio de barrido

El servicio de barrido comprende la limpieza de las calles, avenidas, pasajes, parque principal y de todo espacio público, cuya finalidad será presentar una ciudad limpia y aseada. Se efectuará el barrido de las vías y espacios públicos con una cobertura del 100% en todo el Distrito durante el turno mañana.

3.3.4.1. Ejecución del servicio

Se caracterizará por mejorar la calidad, eficiencia y efectividad del barrido de las vías públicas y presentar el Distrito limpio y aseado de residuos sólidos y otros. El área en que se prestará el servicio, es en todo el Distrito de Catache y está organizado por turno de trabajo según detalle de la Tabla 28.

Tabla 28: Horario del servicio de barrido

Turno	Horario	Cobertura	Frecuencia
Mañana	4:00 am-8:00 pm	En todo el Distrito al 100%	Lunes, miércoles y viernes

Este servicio se efectuará en el ancho total de la vereda, incluida la cuneta y una extensión de 0,50 m de la calzada y si hubiera residuos sólidos menores que superen la extensión en la calzada serán recolectados; es decir el servicio se efectuará en la totalidad de las vías peatonales pavimentadas, en toda su extensión e incluye las áreas de circulación peatonal de las áreas verdes.

Los operarios de barrido evacuarán y embolsarán los residuos de los contenedores ubicados en espacio públicos, los transportan a punto de acopio destinado por el municipio para luego ser transportados a su disposición final. Cabe indicar que se eligió ese horario debido a que permite que el Distrito amanezca limpio y presenta más facilidades por la disminución del tránsito; además que el recolector pueda acarrear y transportar a su destino final los residuos.

3.3.4.2. Estrategia y metodología

El servicio estará organizado en un solo turno, estableciendo 13 rutas de barrido en las vías de alto tránsito peatonal que serán controlados por un supervisor. Se realizará básicamente a través del barrido manual, caracterizado por el uso intensivo de mano de obra, herramientas, implementos y equipos adecuados. Este sistema es muy eficiente al igual que los sistemas mecanizados.

El servicio se desarrolla de acuerdo al procedimiento descrito a continuación, según la Municipalidad de Miraflores región Lima:

- El personal registra su ingreso en los locales.
- El supervisor coordina la distribución de los trabajadores con sus herramientas desde el local (donde guarda sus herramientas y registra su ingreso) hasta su área de trabajo (ruta asignada a los trabajadores) y deberán desplazarse caminando según el trayecto definido a la ruta asignada o ser trasladado dependiendo la distancia.
- El personal realiza el barrido y acumula los residuos que son arrojados en las vías utilizando escobas (paja y nylon) y recogedor, para luego almacenarlas en el coche de barrido. Asimismo, se retiran y embolsan los residuos de los contenedores públicos ubicados en el sector de trabajo.
- Dentro de los coches de barrido se colocan las bolsas plásticas de 120 litros, las que son llenadas gradualmente con el avance de la ruta hasta aproximadamente un 75% de su capacidad, siendo en ese momento cerradas para evitar la dispersión de los residuos y depositadas en puntos predeterminados, siendo reemplazadas por otras.
- Cada barredor realiza su trabajo según la ruta asignada (desde el retiro municipal, las veredas, brunas, cunetas y otros) según una secuencia establecida.
- Durante la jornada de barrido los contenedores rodantes (capacho), cada vez que se llenen de residuos se embolsan y se deja la bolsa en un punto a fin de que sea recogido por el servicio correspondiente. El barredor continuará trabajando y depositando los residuos en el capacho hasta que culmine su jornada laboral.

- Terminado el servicio encomendado los trabajadores deberán guardar las herramientas en el local autorizado, siguiendo un trayecto definido; en caso que se encuentren a una distancia considerable deberán esperar a la unidad para que los transporte a los lugares establecidos, según el programa. Cabe recalcar, las herramientas son guardadas limpias y en locales autorizados.
- El supervisor deberá intercambiar información con los trabajadores a efecto de dinamizar la atención de los reclamos y/o medidas correctivas orientadas a mejorar los servicios. Además, debe realiza el reporte diario donde especificarán la cantidad de avenidas, calles, parques, las ocurrencias del servicio y las sugerencias para mejorar el servicio; así como cualquier acto de indisciplina de los trabajadores asignados (Ver anexo 8).

3.3.4.3. Rutas de barrido

Se considera distribuir a los barredores de acuerdo a las áreas de barrido en los sectores y al rendimiento promedio (1,3 km/barredor/día). En el sector centro urbano contará con 2 barredores y para los sectores restantes será un solo barredor, debido a que las áreas a barrer son de menor magnitud y se considera la rotación del personal en los diferentes sectores.

Para determinar las rutas de barrido se basó en los siguientes criterio: clasificación de zonas o sectores y selección de calles o avenidas más concurrentes, así como también parques y campos deportivos, se establecerán puntos de inicio y termino de la ruta; y se pondrá énfasis en no pasar dos veces por la misma cuneta, a menos que la frecuencia fijada así lo exija, procurar en lo posible que el término de la ruta sea en el punto más cercano al inicio y se debe evitar el mayor cruce de calles posibles. A continuación, en la Tabla 29 se muestra el área de barrido aproximada que tendrá que ejercer cada barredor dependiendo el sector.

Tabla 29: Rutas de barrido

Barredor	Ruta	Distancia Barrida (m)
Barredor 1	Calle Revolución, Arica, San Agustín y Calle Miraflores.	620
Barredor 2	Calle Javier Iglesias, 18 de agosto, Lima y Manuel Francisco Buega.	720

3.3.4.4. Equipos y herramientas

Todo el personal será provisto del equipo, herramientas e implementos de seguridad apropiados para la buena ejecución del servicio. Asimismo, estos deben ser conservados en perfectas condiciones de funcionamiento y limpieza. El equipo mínimo con el que se dotará al personal para la ejecución de los servicios de limpieza y barrido de calles, es el siguiente:

- Coche de barrido plástico inyectado de alta resistencia y durabilidad con ruedas incorporadas y capacidad de 120 litros. Están diseñados bajo criterios ergonómicos que permiten su fácil traslado y una menor fatiga del personal de barrido. Contarán con sticker que identifiquen a la municipalidad, de acuerdo a las características que ésta disponga. Asimismo, éstos cumplen una función de seguridad; al ser llamativos ayudan a evitar accidentes en las vías.
- Escoba de paja, la cual se utilizará para barrer distancias largas y a la vez permite su fácil manipulación y mayor comodidad para el barredor.
- Escoba de nylon de las siguientes características: 22,5 cm. de ancho y altura total de 1,30 m, la cual se utilizará para recoger los residuos acumulados, facilitando el trabajo de recojo de residuos en conjunto con el recogedor.
- Recogedor metálico con medidas 27 cm de ancho y mango de 1 m de longitud, diseñado también para la comodidad del trabajador de barrido.
- Bolsas plásticas fabricadas en polietileno de 10 micras de espesor y capacidad de 120 litros.
- Otras herramientas; en caso de ser necesario se utilizará también otras herramientas según la necesidad del servicio: carretillas tipo bugui, rastrillo, lampas y otros.



Figura 4: Ficha técnica de modelo de contenedor propuesto para el servicio de barrido
Fuente: MINAM [27], 2016.

3.3.4.5. Medición del servicio

La medición de servicio de barrido será consignada en reportes mensuales que servirán de base para su control y verificación de variaciones (Ver anexo 8). Según el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), la medición del servicio está en base a la cobertura, considerándose un rango (R) aceptable de barrido entre 80 a 100%, donde $R = (\text{Longitud de calles barridas}) / (\text{Longitud total de calles}) \times 100$.

3.3.5. Recolección y transporte de los residuos

Para el servicio de recolección domiciliaria, centros comerciales y mercados se ha considerado la propuesta del método de vereda, el cual detallamos a continuación.

3.3.5.1. Método de vereda o acera

Según el Sistema Nacional de Información Ambiental, este método consiste en la recolección de los residuos domiciliarios con el camión compactador en movimiento lento, también llamado método puerta a puerta. En este método, el usuario debe sacar su recipiente en la vereda cuando es avisado por un claxon o campana, luego el personal del

vehículo recolector toma los recipientes con basura, para vaciar el contenido dentro de la tolva o sección de carga de dicho vehículo; regresándolos después al sitio de la acera de donde los tomaron, para que los usuarios los regresen a sus domicilios. Para que se cumpla debidamente lo antes descrito se requiere un amplio civismo por parte de los usuarios del sistema. Suele recomendarse el empleo de canastillas elevadas en las aceras donde se colocan los recipientes con los residuos; sin embargo, esto puede involucrar un costo adicional para los usuarios, que no siempre están dispuestos a cubrir.

3.3.5.2. Metodología de ejecución del servicio

A continuación, describiremos la metodología adoptada para la recolección de residuos domiciliarios, centros comerciales y mercados por el método de vereda o sistema puerta a puerta, propuesto en el 2015 por la Municipalidad de Miraflores:

- a. Quince minutos antes del horario establecido para la salida, chofer y ayudantes deben presentarse debidamente uniformados en la oficina del área de gestión ambiental, donde serán recibidos por jefe del área.
- b. El chofer de la unidad pasa por la prueba del alcoholímetro, cuyo resultado será anotado en el documento "control de bafómetro" (esta prueba sirve para medir la presencia y el grado de alcohol que una persona tiene en la sangre). En caso la prueba resulte positiva, el trabajador no podrá ingresar a laborar, siendo reemplazado por otro trabajador.
- c. En la oficina de gestión ambiental reciben todas las instrucciones de trabajo para la realización del servicio.
- d. El chofer recibe un tablero que contiene los documentos del vehículo y un plano de la indicación clara de la ruta en la que va a operar. Luego, el equipo se dirige al patio de estacionamiento, donde el chofer verifica las condiciones de su vehículo, si está debidamente abastecido de combustible y agua, si los neumáticos calibrados, si los frenos están en perfectas condiciones de funcionamiento y si todo su equipo de recolección está en orden para una perfecta operación.

- e. El jefe de área verifica si cuenta con el personal para la realización de los servicios, de acuerdo a esto asigna al personal para cumplir con la programación del día, si faltara personal distribuye al personal reten para completar el equipo de trabajo. También verifica que el personal esté debidamente uniformado y cuente con sus equipos de protección personal y seguridad, caso contrario procede al cambio.
- f. El chofer registra su código y de su equipo de trabajo en la ficha de recolección (ver anexo 9). Después, recibe autorización del control de puerta para salir con destino a la ruta indicada en su itinerario. Este puede ser interrumpido solo en caso de accidentes de tránsito, defectos en la unidad o congestión de tráfico, que podría atrasar los servicios.
- g. Los datos de la operación, son siempre inmediatamente registrados en las fichas de recolección por el chofer para los efectos del control de tiempo y kilometraje. Llegando a la ruta de trabajo, se registra el inicio de ruta en las fichas de recolección y el personal comienza la recolección de los residuos domiciliarios, comerciales, mercados y de los puntos limpios, siempre obedeciendo el itinerario y el plano que está en su poder, iniciando siempre el servicio por la misma calle, observando siempre lo siguiente:
- Los ayudantes manipulen, lleven las bolsas y recipientes conteniendo residuos con precaución, y las transfieran en el compactador, con cuidado para evitar el derrame de los residuos en la vía pública.
 - Todo residuo accidentalmente derramado en la vía pública sea inmediatamente barrido y recogido.
 - Los recipientes sean devueltos a su lugar de origen y colocados en pie.
 - Todas las operaciones sean ejecutadas con el mínimo ruido posible y sin dañar los recipientes.
 - Que no se arrojen bolsas o recipientes de residuos de un ayudante a otro.
 - La compactación se realiza el prensado automático, los trabajadores no deben exponer las manos y los pies cerca de la placa compactadora, debiendo colocarse a un lado de la unidad para evitar ser golpeados por algún material que pudiera salir expulsado por la presión.
- h. Los ayudantes siempre deben estar en alerta al cruzar las calles, avenidas y seguir las recomendaciones de seguridad. Al completar una carga, el chofer lo registra en las fichas de recolección el final de la recolección y lleva el vehículo al botadero controlado para su disposición final, siempre a través de recorridos predeterminados y autorizados.

- i. Al llegar al lugar de disposición final autorizado, el chofer estacionara el vehículo en la balanza para el procedimiento de pesaje. Después de la verificación del peso se dirige al lugar de descarga. A la salida del local de descarga, el chofer retorna a la balanza donde registra en la ficha de recolección el peso neto de la carga y retorna a su ruta, también por trayectos previamente definidos, para dar continuidad a las tareas del día.
- j. El segundo viaje, de ser necesario, será ejecutado de forma semejante al primero. Al completar el servicio de su sector el vehículo vuelve al garaje. Previamente a su ingreso, se dirige a la estación de servicio autorizada para surtir combustible para el siguiente turno.
- k. A su llegada al garaje el vehículo es revisado y después conducido al patio de estacionamiento, de allí el chofer registra en la ficha de recolección la cantidad de galones de combustible abastecidos. Entrega el vehículo al personal de mantenimiento y devuelve el tablero a la oficina de gestión ambiental.
- l. El personal de mantenimiento verifica el funcionamiento de los componentes eléctricos (faros, direccionales, bocina, etc.) y conducen la unidad al sector de lavado diario.
- m. En caso el vehículo necesite una reparación mecánica, el chofer dará aviso a la oficina de gestión ambiental y llenará una orden de servicio, en la cual describirá el defecto. Esta será encaminada al Departamento de Mantenimiento para que haga la reparación correspondiente.
- n. Finalmente, el vehículo es estacionado en su ubicación predeterminada en la zona de estacionamiento.

3.3.5.3. Frecuencias y horarios de ejecución del servicio

Se optó como frecuencia de recolección el método cada tercer día consiste en que el camión recolector pasa un día sí y otro no, a excepción de los domingos, equivale a pasar tres veces por semana y presenta las siguientes ventajas tal como comenta SEDESOL.

- El furgón recolector se llena en un tiempo más corto y su recorrido es menor y el "costo por tonelada-kilómetro" es menor al compararla con la frecuencia diaria. Para aclarar este concepto, se puede decir que el furgón recolector recorre cierta distancia cargando y recolectando los desechos de un solo día bajo el primer sistema; mientras que el mismo camión recorrería la mitad de esa distancia al llenarse más rápido, recolectando la basura de dos días.
- A mediano y largo plazo, los costos por concepto de mantenimiento serían menores, también por tonelada de basura transportada.

Por estas razones se determinó que la frecuencia de los servicios será los días lunes, miércoles y viernes, en horario de 7:00 a.m. a 01:00 p.m.; tal como se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30: Frecuencias y horarios de recolección

Zonas atendidas	Frecuencia de recolección	Turno	Personal de recolección
Zona 1	Todos los días	8:00 a.m. a 10:00:00 a.m.	01 operario y 01 chofer
Zona 2	Todos los días	10:00 a.m. a 12:00 p.m.	
Zona 3	Todos los días	12:00 p.m. a 01:00p.m.	

Esta frecuencia y horarios permitirán la ejecución de recolección completa de todos los residuos del Distrito en el transcurso del día sin alterar las actuales costumbres de los vecinos y sin demoras que pudieran ocasionar el tráfico vehicular.

3.3.5.4. Rutas de recolección

Las rutas de recolección y transporte de los residuos sólidos en el Distrito se mantendrán igual que en el diagnóstico dado que es la ruta más óptima, de menor tiempo y accesible a todos los usuarios del servicio y fue diseñada por expertos que tienen conocimientos del tema. (Ver anexo 20).

Se desarrollan por sectores; y empezará por el sector centro urbano, luego al sector que está ubicado en la parte alta del Distrito y por ultimo al sector 3 en dirección del botadero y planta de compostaje; todo ello realizado en un turno diurno con servicio de lunes, miércoles y viernes. Asimismo, el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos será eficiente cuando cumpla con los siguientes objetivos tal como afirma SEDESOL:

- Atender a toda la población en forma sanitaria y con una frecuencia adecuada.
- Aprovechar toda la capacidad de los vehículos recolectores (no debe haber viajes con carga incompleta).
- Aprovechar toda la jornada legal de trabajo del personal.
- Minimizar los recorridos improductivos en las rutas, es decir, que haya pocos traslados sin estar recogiendo basura y que no pase el vehículo varias veces por la misma calle.

- Minimizar los costos en tanto no se afecte el aspecto sanitario, lo que es una consecuencia de los puntos anteriores.
- Disponer de equipos de reserva para efectuar mantenimiento preventivo y poder cumplir con los programas previstos.

3.3.5.5. Normas generales de conducta

- Los vehículos solamente podrán dirigirse al lugar de disposición final autorizado cuando se encuentren con plena carga o culminando la recolección en los sectores. Los residuos no podrán ser manipulados bajo ninguna razón.
- Para el transporte de recipientes con residuos éstos deberán ser manipulados con cuidado hasta la zona de carga del vehículo, con el objetivo de no sufrir rupturas que produzcan derrames que ensucien las vías públicas.
- El vehículo circulará siempre que sea posible con el mismo equipo de trabajadores en los sectores.
- Los registros del kilometraje serán realizados al inicio del turno, al inicio de las rutas, en cada descarga y al final del turno de trabajo, registrados en formatos especialmente preparados para este fin.
- Es prohibido el consumo de bebidas alcohólicas e ingerir alimentos durante el turno de trabajo.
- Los vehículos deberán ser mantenidos en perfectas condiciones de funcionamiento, incluso las unidades de reserva.
- Finalmente, los vehículos deben llevar, además de las placas reglamentarias, las indicaciones necesarias para la identificación de la Municipalidad como, por ejemplo

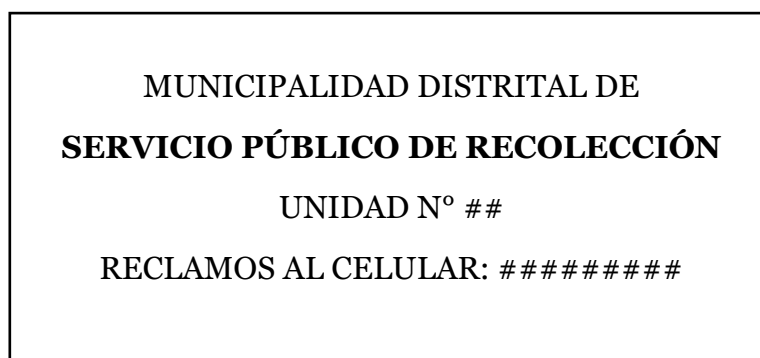


Figura 5: Esquema para identificación de los vehículos recolectores

3.3.6. Tratamiento de residuos

En esta etapa de gestión de residuos sólidos, se propone la implementación de una planta de compostaje en el Distrito Catache, por ello antes de realizar el proyecto se recomienda definir los siguientes aspectos recopilados según SINIA [31].

3.3.7. Disposición final de los residuos recolectados en el Distrito

El Distrito de Catache contará con un botadero controlado y autorizado por DIGESA para la disposición final de residuos sólidos, se pondrá en operación después de los estudios y trámites pertinentes para la construcción de su infraestructura. Se depositará los residuos provenientes del lugar, al igual que los caserillos y centro poblados. Se espera que opere con altos estándares de calidad y cuidados medioambientales y cumplir las disposiciones legales vigentes en regulación, control y autorizaciones.

Cuya función es eliminar los residuos complejos en condiciones tales que se minimizan o desaparecen los posibles efectos negativos sobre el entorno. Aunque las sustancias vertidas no se pueden aprovechar, se consigue la degradación de la materia orgánica que posibilita el aprovechamiento de los gases generados y la futura reutilización de la zona, principalmente como zonas de recreación; por ellos se recomienda algunas consideraciones a tener en cuenta durante su ejecución.

3.3.7.1. Consideraciones generales del botadero controlado municipal

A. Ubicación

El área asignada para el botadero controlado se ubica en el kilómetro 29 de la carretera Cumbil - Santa Cruz, aproximadamente a 3,5 kilómetros del Distrito, alejado de la población urbana y rural y cuenta con un área asignada de 14 hectáreas; facilitará el transporte de disposición final de los residuos debido al menor tiempo empleado y al lugar estratégico ubicado.



Figura 6: Ubicación del botadero de residuos sólidos de Catache

Fuente: Google Maps.

B. Horario de atención y jornada de trabajo

El botadero controlado deberá operar de la siguiente manera:

a. Días de trabajo del personal

De lunes a sábado, durante las 52 semanas del año.

b. Horario

El horario laboral empezará a las 08:00 a.m. y culminará a las 05:00 p.m., con un receso de 1 hora de 12:00 pm. – 1:00 pm.

c. Lugar de partida

El personal que labora en el botadero controlado deberá reunirse en la Municipalidad para ser trasladado hacia el lugar de trabajo, por ello es necesario que el personal llegue temprano a las instalaciones para preparar el equipo y el área de trabajo en donde se recibirán oportunamente a los vehículos recolectores. Algunos de las actividades importantes que deben realizar es mantenimiento preventivo del equipo, carga de combustible, preparación de las áreas de descarga y limpieza de los caminos internos.

3.3.7.2. Materia prima e insumos

Para la operación del botadero controlado municipal se requieren los siguientes materiales para la formación de las celdas diarias:

A. Residuos sólidos

Serán recolectados por el camión recolector y llevados hasta el sitio de disposición final. También incluye los residuos de los centros poblados, caseríos, parques, jardines y otros.

B. Material de cubierta

Estará compuesto por la tierra procedente de la excavación de celdas, la cual será previamente zarandeada, con el propósito de que se cumpla con los requisitos de material de cubierta.

C. Insecticidas, raticidas

Estos insumos serán empleados periódicamente para evitar la proliferación de moscas, roedores, entre otros.

D. Hipoclorito de sodio

Insumo empleado periódicamente en la desinfección de herramientas, y protección de personal.

3.3.7.3. Etapas de operación

La operación que debe realizarse en la celda de disposición final de los residuos sólidos consta de 07 etapas tal como comenta el Manual de Operaciones de Botadero de la Municipalidad Provincial de Santa Cruz en el año 2015, detalladas a continuación:

A. Recepción

Se debe verificar diariamente que la zona de ingreso del camión recolector se encuentre sin obstáculos y en buenas condiciones.

B. Descarga

El camión recolector de residuos sólidos, deberán dirigirse a la zona de descarga según indicaciones del personal de las operaciones del botadero, teniendo siempre en cuenta el frente de trabajo. En ocasiones dado el volumen de residuos a depositar se debe implementar un sistema de señales a través de banderas manuales que indiquen la zona de descarga y las diferentes maniobras a realizar.

También, en la descarga se debe esparcir los residuos en capas de 30 a 40 centímetros para facilitar la labor de los recicladores y lograr una mejor compactación. Además, se tendrá en cuenta que al término de la jornada, los residuos sólo alcanzarán una altura no mayor a 1 metro sin compactar, usando estacas de nivelación para el control de la altura de la celda y dar la pendiente adecuada para facilitar el drenaje de lixiviados por gravedad hacia el pozo respectivo. Se deberá tener cuidado con las estacas de nivelación y chimeneas de gases, que están instaladas en la celda, evitando sean destruidas por la circulación de los vehículos recolectores, o tapadas por la manipulación de los residuos.

C. Reciclaje de residuos sólidos comerciables y compostables

Estará a cargo de la Asociación de Recicladores “CATACHE RECICLA”, quien realizará el trabajo de segregación en la celda.

D. Esparcido de residuos

Después de culminar la labor de los recicladores, se nivelará los residuos a una altura no mayor de 1 metro, para posteriormente iniciar con su compactación.

E. Compactación de los residuos

Con el rodillo se realizará la compactación de los residuos, logrando reducir su altura por lo menos en un 25 %. Para ello se irán revisando progresivamente las estacas de nivelación.

F. Cobertura de los residuos con tierra

Se realizará utilizando material con las características necesarias para impedir que los gases formados por la descomposición de los residuos orgánicos emigren hacia el exterior en forma incontrolada; siendo esta tierra zarandeada. La capa de cobertura será de 30 centímetros y deberá existir reserva de material de cobertura, el cual será acopiado garantizando la operación normal de la celda en un periodo mínimo de 1 semana. Esta cantidad se estima en relación del 20 al 30 % del volumen de residuos a confinar. El material de cobertura será extraído del mismo terreno del botadero.

G. Compactación de tierra

El material de cobertura será compactado en 20 centímetros empleando el rodillo sobre ruedas para obtener una superficie uniforme dejando la celda en óptimas condiciones. El cubrimiento diario de los residuos con tierra es de vital importancia para el éxito del botadero, debido a que cumple las siguientes funciones:

- Prevenir la presencia y proliferación de moscas.
- Impedir la presencia y proliferación de roedores.
- Evitar incendios y presencia de humos.
- Minimizar los olores.
- Disminuir la entrada de lluvia a los residuos.

La siguiente celda podrá ser construida de junto o sobre la primera celda, siguiendo siempre el plan de operaciones del botadero controlado. Se recomienda que los vehículos transiten por la superficie de las celdas terminadas a fin de lograr mayor compactación.

3.3.7.4. Operación en temporadas de lluvias

Según (Municipalidad de Jaén 2014), en los periodos de lluvias se presentan los mayores problemas de operación, a saber:

- Posibles atascamientos debidos a la baja densidad alcanzada con la compactación.

- Dificultad para extraer y transportar el material de cobertura y arduo trabajo de conformación de las celdas. Estos factores conducen a un menor rendimiento por parte de los operarios.
- Solo es posible descargar la basura y el material de cobertura sobre la terraza, con lo que quedan retrasadas la conformación y compactación de las celdas.
- Mayor producción de lixiviado debido a la lluvia que cae directamente sobre las áreas rellenadas.

De ahí que sea necesario tomar las siguientes previsiones:

- En época de lluvia es necesario colocar tablones para facilitar el desplazamiento.
- Prompta conformación de las celdas con el fin de evitar la presencia de aves carroñeras que deteriorarán la apariencia del botadero.
- No dejar sin cubrir demasiado volumen de residuos sólidos a fin de evitar la generación de líquidos contaminantes.
- El trabajo de compactación debe detenerse para evitar cualquier accidente dentro de la celda. Por lo tanto, los camiones recolectores que pudiesen ingresar al sitio durante este tiempo es importante que se estacionen en una zona de espera bajo condiciones seguras.
- Intensificar la revisión de la poza de lixiviados.

3.3.7.5. Prevención de molestias

A. Polvo

Cuando las condiciones tienden a generar polvo ya sea en el área de descarga o en el área de operación misma, tales áreas deberán rociarse con agua. Todas las áreas sometidas a tráfico, inclusive aquellas que se utilicen para excavaciones, acarreo y distribución de material de cobertura, deberán también ser rociadas con agua. Las áreas del botadero recién cubiertas podrán rociarse con agua si llegan a ser fuentes productoras de polvo.

B. Control de insectos

La disposición de una capa de 0,20 metros de material de cobertura sobre los desechos sólidos, se constituye en la principal medida de control de insectos. Se deben eliminar las aguas estancadas en el botadero. A pesar de la gran importancia de la colocación del material de cobertura pueden presentarse en el botadero problemas con los insectos; ya que aguaceros fuertes pueden inundar el material de cobertura almacenado. En estos casos el control de insectos puede realizarse mediante el uso de insecticidas. Para ello se recomienda la aplicación de insecticidas cada trimestre o cuando el supervisor lo estime conveniente.

C. Control de roedores

El objetivo del control es limitar la población de roedores al número mínimo posible. Hay dos factores importantes que se deben tener en cuenta para el control de roedores:

- El primer factor implica que la disposición de material de cobertura sobre toda el área de los desechos sólidos es obligatoria ya que en los puntos donde los roedores tengan acceso a los desechos sólidos favorecen a una población alta de estos.
- El segundo factor en caso tal que la población de roedores llaga a ser perceptible se debe iniciar un programa de envenenamiento. La utilización de tales métodos debe restringirse a personal entrenado y experimentado.

D. Control de gallinazos

El control de aves se realizará evitando que los residuos sólidos se encuentren destapados; y así, se impide el acceso a los desechos.

E. Control de combustión

La combustión de los residuos sólidos puede presentar un problema serio. Si ocurre un incendio en una celda en construcción, esta deberá suspenderse y aislarse inmediatamente, luego deben ser extinguidos o sofocados con material de cobertura.

3.3.7.6. Labores de mantenimiento

Existen una serie de actividades encaminadas al mantenimiento de los sistemas operativos, con el fin de garantizar su apropiado funcionamiento. Entre estas se destacan:

- Herramientas: Una vez concluidas las labores diarias, las herramientas deberán dejarse limpias y, en caso de daños, deberán ser reparadas o sustituidas a la mayor brevedad.
- Vía de acceso y camino interno: La vía de acceso y el camino interno al frente de trabajo, deben mantenerse en adecuadas condiciones de operación. El costo de mantenimiento de la vía de acceso y de la vía interna es menor que el de la reparación por daño de los ejes y resortes o que el deterioro del vehículo recolector ocasionado por el mal estado de la carretera o un volcamiento. El frente de trabajo se debe mantener ordenado y sin material disperso.
- Drenaje perimetral: Se debe conservar en buen estado de los canales de drenaje periféricos (cunetas, disipadores de energía y las cunetas de la vía de acceso) y la superficie del botadero. Con el tiempo, estos canales se van obstruyendo por la erosión de los taludes de tierra, por el material que se

- arrastra en las épocas de lluvia o el disperso por el viento (papeles, plástico, etc.).
- Material disperso: Es importante mantener limpias las áreas adyacentes al frente de trabajo diario. Cuando se dejan acumular papeles arrastrados por el viento, el botadero adquiere mal aspecto. Al término de la jornada uno de los trabajadores debe recoger todos estos materiales dispersos y depositarlos en el sitio donde se construye la celda diaria.
 - Drenaje del lixiviado: La poza de lixiviados deberá ser revisado periódicamente con el fin de observar el nivel de colmatación o la cantidad de sedimentos que contenga y así recircular los lixivios y retirar el material sedimentado.
 - Drenaje de gases: Debido a los asentamientos de la celda de confinamiento de los residuos sólidos, las chimeneas de gases se van deformando e inclinando; de ahí que sea necesario mantenerlas verticales a medida que se eleva el nivel del botadero con el fin de evitar su obstrucción y total deterioro.
 - Aseo de instalaciones: El aseo debe incluir caseta de seguridad y control.

3.3.8. Salud ocupacional

La Municipalidad Distrital de Catache debe cumplir con la normatividad vigente de seguridad y salud en el trabajo, y para ello se propone lo siguiente:

3.3.8.1. Indumentaria y equipos de protección personal

El personal dedicado al servicio de limpieza pública o manejo de residuos sólidos, deberá contar con toda la indumentaria y equipos de protección personal que permitan llevar a cabo una labor eficaz y que no pongan en riesgo su calidad de vida. A continuación en la Tabla 31 se detalla la indumentaria y equipos de protección a utilizar.

Tabla 31: Indumentaria y equipos de protección

Etapas	Uniformes	Equipos de protección personal
Segregación. Servicio de barrido de calles. Recolección y transporte.	Polo y pantalón de tela drill con cintas reflectivas de seguridad de 2 pulgadas de ancho ubicado en pecho, espalda, cintura y piernas a la altura de las rodillas.	Mameluco de drill. Guantes de cuero reforzado. Zapatos cerrados o zapatillas que faciliten el desplazamiento. Mascarillas simples con filtro recargable. Lentes de seguridad. Mascarillas simples con filtro recargable

Cabe indicar que para el programa de segregación se contempla la adquisición de uniformes solo para el proceso inicial de formalización, posteriormente los recicladores con los ingresos generados de la comercialización de residuos aprovechables deberán adquirir los respectivos uniformes; en cambio para las demás etapas (servicio de barrido, recolección y transporte) los uniformes tendrán un recambio para mantenerse siempre limpios, y serán sustituidos por nuevos cada (06) seis meses. Los uniformes serán de material resistente, aparentes para el trabajo que se desarrolla y de los colores en base al amarillo, color llamativo que permite mayor seguridad puesto que hace que los trabajadores sean muy visibles y se eviten accidentes.

3.3.8.2. Exámenes ocupacionales

El personal de la Municipalidad Distrital de Catache, que realiza el manejo de residuos sólidos, no cuenta con los exámenes médicos ocupacionales. Es por ello que se debe realizar evaluaciones médicas ocupacionales de pre ingreso, periódicas y de retiro, los exámenes médicos deben ser dirigidos a factores de riesgo biológicos, químicos y físicos. Dichas evaluaciones medicas ocupacionales deben realizarse de acuerdo al documento técnico: “Protocolos de Exámenes Médicos Ocupacionales y Guías de Diagnósticos de los Exámenes Médicos Obligatorios por Actividad”: RM N° 312-2201/MINSA.

3.3.8.3. Carnet de inmunización

El personal de la Municipalidad Distrital de Catache que realiza el manejo de los residuos sólidos, no cuenta con el carnet de inmunización. Es por ello que debería ser política de la Municipalidad que al inicio de contrato de los servicios de limpieza del manejo de los residuos sólidos, solicite la prestación de documentos que acrediten el despistaje de TBC, la vacunación contra hepatitis B, tétano y otras enfermedades que se pueden prevenir por medio de la administración de vacunas.

3.3.8.4. Registros de accidentes de trabajo del personal que maneja los residuos sólidos

El personal encargado del manejo de los residuos sólidos en la Municipalidad Distrital de Catache no cuenta con un registro de accidentes de trabajo, por ello se propone registrar estos accidentes, basándose en la ficha única de accidentes de trabajo – FUAAT (anexo 12). El contacto de los trabajadores con los residuos sólidos, es una actividad que merece toda la atención del responsable de la gestión de los residuos a fin de proteger la salud y brindar seguridad. Las causas de riesgo pueden tener dos orígenes: condiciones inseguras de trabajo y negligencias del propio trabajador.

- a.** Las principales condiciones de inseguridad en el trabajo son:
- Recoger residuos con las manos, sin el empleo de guantes, puede producir cortaduras si se tropieza con vidrios rotos u objetos punzocortantes.
 - Trabajar en jornadas excesivas largas, con la consiguiente fatiga de los trabajadores.
 - No llevar ropa adecuada ni equipos de protección personal.
 - No realizar la limpieza de las instalaciones del botadero al término de la jornada de trabajo.
 - Ingerir alimentos en el frente de trabajo.
- b.** Entre los actos de negligencia más comunes de los propios trabajadores se encuentran:
- No usar la ropa adecuada y los equipos de protección personal.
 - Ingerir bebidas alcohólicas durante la jornada de trabajo o llegar embriagado.
 - Levantar en forma indebida objetos pesados.
 - No prestar atención a la descarga del camión recolector de residuos.
 - No dar un buen mantenimiento a los equipos y herramientas de trabajo.
 - Permitir el ingreso de personas ajenas al botadero controlado.
 - Usar la ropa y el equipo de seguridad personal fuera del sitio de trabajo.
 - Usar los residuos sólidos para alimentar animales o fumar durante la jornada de trabajo.
- c.** Recomendaciones para minimizar los problemas anteriores:
- Evaluar las causas de accidentes más comunes y adoptar las medidas preventivas del caso.
 - Elaborar normas de seguridad de trabajo, con las respectivas indicaciones para el uso de equipo.
 - Proveer al personal de un vestuario para la jornada de trabajo y Equipos de Protección Personal (EPP).
 - Establecer un programa de exámenes médicos para identificar, prevenir o curarlas posibles enfermedades que se relacionan con su actividad.
 - Capacitación del personal.
 - Mejorar las condiciones y medio ambiente de trabajo.

3.3.9. Informes a la autoridad

Según la ley N°27314, señala que las autoridades municipales sistematizarán y pondrán a disposición del público la información obtenida de sus funciones vinculadas a la gestión de los residuos sólidos. Asimismo, remitirán al Ministerio del Ambiente (MINAM) un informe anual sobre el manejo de los residuos sólidos generados por las actividades comprendidas en su ámbito de competencia, considerando todas las operaciones o procesos: segregación, almacenamiento, servicio de barrido, recolección y transporte, tratamiento de residuos y disposición final.

La información proporcionada por las autoridades municipales formará parte del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) y podrá ser solicitada libremente por cualquier autoridad competente para la toma de decisiones en el ejercicio de sus funciones; una de las herramientas más utilizadas es el Sistema de Información para la Gestión de residuos sólidos (SIGERSOL).

3.3.10. Programa de control y monitoreo de los residuos sólidos

Según Ministerio de Ambiente en el año 2015, en su Guía metodológica para el desarrollo de planes de manejo de residuos sólidos señala que se debe incorporar programas de control y monitoreo de residuos sólidos con el fin de garantizar el cumplimiento y verificar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas. Entre los instrumentos que facilitan la función se encuentra los formatos de indicadores de gestión y manejo.

El programa de control y monitoreo de los residuos sólidos debe ser diligenciado oportunamente por el jefe del área de gestión ambiental, el programa permitirá establecer y actualizar mediante el uso de registros los indicadores de gestión y manejo de los residuos sólidos (ver Tabla 32).

Tabla 32 Control y Monitoreo de los Residuos Sólidos

Indicador	Registro del control	Fuente técnica	Periodicidad del monitoreo
Porcentaje de generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios	Estudio de caracterización.	Estudio de caracterización.	Anual
Porcentaje de residuos sólidos domiciliarios	Generación de residuos sólidos según su clasificación.	Ficha de registros de segregación (anexo 7).	Semanal.
Porcentaje de hogares que participan en el programa de segregación y recolección selectiva	Hogares que participan en el programa de segregación y recolección selectiva.	Ficha de registro de hogares que participan del programa (anexo 11).	Semanal.
Porcentaje de residuos sólidos tratados adecuadamente.	Residuos sólidos tratados.	Ficha de registros de residuos sólidos tratados (anexo 12).	Mensual.
Porcentaje de recolección de los residuos sólidos.	Residuos sólidos recolectados.	Ficha de registro de residuos sólidos recolectados (anexo 9).	Semanal.
Porcentaje del servicio de barrido en las calles.	Cobertura del servicio de barrido	Ficha de registros del servicio de barrido de calles (anexo 8)	Semanal.
Porcentaje de la cantidad de residuos sólidos dispuesto en el botadero controlado.	Residuos sólidos dispuestos en el botadero controlado.	Formatos de control para la disposición final de los residuos sólidos (anexo 13).	Semanal.
Porcentaje de efectividad del personal capacitado.	Asistencia del personal a capacitaciones.	Ficha de registro de asistencia a las capacitaciones (anexo 11).	Mensual.
Porcentaje de frecuencia de accidentabilidad.	Ficha única de aviso de accidentes de trabajo (FUAAT).	Anexo 10	Mensual.
Porcentaje del cumplimiento de la legislación nacional para municipalidades.	Componentes de desempeños ambientales evaluados.	Registro otorgado por la OEFA (anexo 15).	Anual
Porcentaje de viviendas que cumplen con el pago de limpieza pública Porcentaje de frecuencia de reclamos al servicio de limpieza pública	Pagos del servicio de limpieza pública.	Registro de pagos del servicio de limpieza pública (anexo 16).	Mensual.
Porcentaje de frecuencia de reclamos al servicio de limpieza pública	Reclamos en el servicio de limpieza pública.	Formato de reclamos del servicio de limpieza pública (anexo 17).	Trimestral.
Porcentaje de reclamos atendidos por el municipio	Reclamos atendidos.	Registro de reclamos atendidos (anexo 18).	Mensual.
Porcentaje de la gestión municipal	Cumplimiento de metas.	Informe del cumplimiento de metas.	Anual

El Área de gestión ambiental será el responsable del registro de control y monitoreo para los residuos sólidos.

3.3.11. Indicadores del sistema de gestión y manejo de residuos sólidos

Los indicadores que se han identificado para la gestión y manejo de residuos sólidos para la Municipalidad son aquellos que permitirán valores reales y cuantificados para la medición del desempeño y cumplimiento de la normatividad vigente del Perú, como también el manejo adecuado en todas las etapas que corresponde los residuos sólidos en la Municipalidad como propone el Ministerio del Ambiente en la “Guía Metodología para Elaborar e Implementar un Programa en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales”. A continuación, se detalla en la Tabla 33 los indicadores de gestión y manejo de los residuos sólidos.

Tabla 33: Indicadores de gestión y manejo de residuos sólidos para el Municipio de Catache

Indicador	Objetivo	Formula	Meta
Porcentaje de generación per-cápita de residuos sólidos domiciliarios	Determinar la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios.	kg/persona/día (estudio de caracterización)	100%
Porcentaje de residuos sólidos domiciliarios	Verificar el cumplimiento de los residuos sólidos segregados.	kg de residuos sólidos segregados al día*100/generación de residuos sólidos al día	100%
Porcentaje de hogares que participan en el programa de segregación y recolección selectiva	Demostrar la participación de los hogares en temas de segregación y recolección selectiva.	Nº de viviendas que participan en el programa*100/Nº total de viviendas en el Distrito	100%
Porcentaje de residuos sólidos tratados adecuadamente.	Identificar la eficiencia del tratamiento de los residuos sólidos en la elaboración de compost.	kg de residuos sólidos tratados eficientemente al día *100/generación de residuos sólidos al día	100%
Porcentaje de recolección de los residuos sólidos.	Comprobar el cumplimiento de la recolección de residuos sólidos.	kg de residuos sólidos recolectados al día*100/generación de residuos sólidos al día	100%
Porcentaje del servicio de barrido en las calles.	Determinar la cobertura de longitud de calles barridas	Longitud de calles barridas/longitud total de calles	100%
Porcentaje de la cantidad de residuos sólidos dispuesto en el botadero controlado.	Determinar la cantidad de residuos sólidos dispuestos en el botadero controlado.	Toneladas/día de residuos Dispuestos.	100%
Porcentaje de efectividad del personal capacitado.	Verificar el cumplimiento de las capacitaciones programas	Capacitaciones realizadas*100/capacitaciones programadas	100%
	Verificar el cumplimiento de asistencia de los trabajadores vinculados al programa de capacitación	Nº de trabajadores capacitados*100/total de trabajadores vinculados al programa de capacitación	100%
	Verificar la efectividad del aprendizaje.	Nº de exámenes aprobados*100/total de exámenes	100%
Porcentaje de frecuencia de accidentabilidad.	Controlar la tasa incidencia de accidentes	Nº total de accidentes de trabajo*100/ Nº total del personal	100%
Porcentaje del cumplimiento de la legislación nacional para municipalidades.	Verificar el cumplimiento de la legislación vigente acerca del manejo adecuado de los residuos sólidos	Anexo Nº 15	100%
Porcentaje de viviendas que cumplen con el pago de limpieza pública Porcentaje de frecuencia de reclamos al servicio de limpieza pública	Determinar las viviendas que cumplen con el pago de limpieza pública	Nº de viviendas que pagan*100/Nº total de viviendas en el Distrito	100%
Porcentaje de frecuencia de reclamos al servicio de limpieza pública	Controlar los reclamos del servicio de limpieza pública	Nº de reclamos de usuarios /trimestre	100%
Porcentaje de reclamos atendidos por el municipio	Verificar el cumplimiento de los reclamos atendidos por el municipio	Nº de reclamos atendidos al mes/Nº total de reclamos al mes	100%
Porcentaje de la gestión municipal	Demonstrar el cumplimiento de las metas del plan de manejo de residuos sólidos	Nº de metas ejecutadas/ Nº de metas propuestas	100%

El Área de gestión ambiental será el responsable del registro de control y monitoreo para los residuos sólidos.

3.3.12. Programa de capacitación

El presente programa de capacitación estará a cargo del área de gestión ambiental de la Municipalidad y será impartida a los trabajadores, segregadores, barredores, operarios y población civil organizada, con el objetivo de contribuir la ampliación de los conocimientos y el desarrollo de habilidades de todos los involucrados, para la gestión adecuada de los residuos sólidos incrementando la motivación para el desarrollo de actividades que mejoren su nivel de vida y del ambiente.

3.3.12.1. Estructura del programa de capacitación

El contenido a transferir en las capacitaciones debe partir desde una visión general hacia temas específicos para involucrar a cada miembro en el proceso de aprendizaje, reforzando y refrescando conceptos; entender terminologías y requerimientos que por la ley o buenas prácticas se necesiten conocer, motivo por lo que se recomienda como estructura básica los temas a tratar en la Tabla 34.

Tabla 34: Temas de Capacitaciones

Actividad	Desarrollo del tema a tratar
Charla informativa	Presentación de la propuesta de gestión y manejo de residuos sólidos. Dar a conocer el personal responsable.
Manejo integral de residuos Sólidos.	Aspectos generales. Situación actual del manejo integral de los residuos sólidos. Impactos del manejo de los residuos sólidos. Marco normativo. Gestión integral de los residuos sólidos.
Seguridad y salud ocupacional	Accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales. Normas y estándares operacionales de salud ocupacional y seguridad en el trabajo. Primeros auxilios.
Aspectos técnicos sobre los residuos sólidos, habilidades sociales y desarrollo personal.	Aspectos técnicos sobre el manejo de residuos sólidos: generación, segregación, almacenamiento, tratamiento, recolección y transporte, disposición final. Desarrollo Personal. Desarrollo Organizacional.
Taller de limpieza	Técnicas de limpieza
Gestión empresarial y reciclaje	La cadena del reciclaje. Características de una micro y pequeña empresa y asociación. Herramientas de gestión en la micro y pequeña empresa y asociación de recicladores. Crecimiento empresaria.

3.3.12.2. Público objetivo

Se ha agrupado el público objetivo en grupos metas, siendo el siguiente:

- **Grupo meta 1:** Personal administrativo, limpieza pública y segregadores
- **Grupo meta 2:** Instituciones Educativas
- **Grupo meta 3:** Población civil organizada (líderes de organizaciones de base).

3.3.12.3. Frecuencia

El programa de capacitaciones se realizará mensualmente para cada grupo meta durante los 3 primeros meses del año, como se muestra en la Tabla 35.

Tabla 35: Temas a exponer en el programa de capacitación

Grupo Meta	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Grupo 1	■				■		■		■		■	
Grupo 2		■				■				■		
Grupo 3	■		■		■							

3.3.12.4. La Evaluación

La evaluación tiene tres momentos:

- La observación en clase y verificación de los avances de cada participante por parte del facilitador.
- La ficha de autoevaluación.
- Las intervenciones al final de cada módulo como evaluación de lo aprendido de manera oral y amigable

3.3.12.5. El Informe

Luego de cada capacitación el facilitador deberá presentar un informe que dé cuenta de los objetivos cumplidos en cada tema, las dificultades presentadas y los avances de cada participante. Asimismo, señalará recomendaciones para superar las deficiencias.

3.4. Elaborar el diseño de Ingeniería de una planta de compostaje

3.4.1. Aspectos técnicos de localización

3.4.1.1. Aspectos geográficos

La Región de Cajamarca, situado en la zona norte del país, cubre una superficie de 33 318 Km², que representa el 2,6 por ciento del territorio nacional, Limita por el norte con la República del Ecuador, por el este con la Región de Amazonas, por el sur con La Libertad y por el oeste con Lambayeque y Piura, políticamente está dividido en 13 provincias y 127 distritos, siendo su capital la ciudad de Cajamarca,

El territorio comprende dos regiones naturales, sierra y selva, siendo predominante la primera, la altura de la región Cajamarca oscila entre los 400 m.s.n.m. (Distrito de Choros - Provincia de Cutervo) y los 3 550 m.s.n.m. (Distrito Chaván - Provincia de Chota), el relieve cajamarquino es muy accidentado debido a que su territorio es atravesado de sur a norte por la cordillera occidental de los Andes.

El clima de la Región departamento es variado, frío en las alturas andinas, templado en los valles y cálido en las quebradas y las márgenes del río Marañón, Los climas templado y frío tienen como característica general las temperaturas diurnas elevadas (más de 20°C) y bajas temperaturas nocturnas que descienden a 0°C a partir de los 3 mil metros de altitud, por lo menos durante los meses de invierno, la atmósfera es seca y las precipitaciones son abundantes durante el verano.

Las principales cuencas hidrográficas son: Marañón, conformada por los ríos Chinchipe, Chamaya, Llancano, Lunyhuy, Llanguat y Crisnejas principalmente, y la cuenca del Pacífico, conformada por los ríos Sangarará, Chancay, Saña, Chilete - Tembladera (afluentes del Jequetepeque), Chicama y otros.

3.4.1.2. Aspectos socioeconómicos y culturales

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Cajamarca cuenta con una población de 1 507 486 habitantes (5,1 por ciento del total nacional), siendo la cuarto Región más poblada del país, después de Lima (34,3 por ciento), Piura (6 por ciento) y La Libertad (5,9 por ciento), La población se ubica principalmente en las 2 provincias de Cajamarca (zona sur), Jaén (zona norte) y Chota (zona centro), que concentran el 48,3 por ciento de la población regional.

En los últimos cinco años la población creció a un ritmo anual de 0,34 por ciento, Según sexo, la distribución se muestra equilibrada, al representar la población masculina y femenina el 50,3 y 49,7 por ciento, respectivamente, de la población total.

La actividad agropecuaria representa el 5,9 por ciento del valor agregado bruto (VAB) agropecuario nacional, los principales cultivos que sustentan el sector

agrícola son: café, papa, arroz, yuca, alfalfa, maíz amarillo duro, maíz amiláceo y frijol grano seco, entre otros, según la Oficina de Información Agraria de Cajamarca, la vocación productiva agrícola de la zona norte es para el café, arroz, yuca y cacao; en las zonas centro y sur cultiva papa, maíz amarillo duro, maíz amiláceo, frijol grano seco y trigo, otros cultivos con potencial exportador, como el mango, palto y chirimoya, se están desarrollando en la zona sur del departamento, en la zona alta del valle de Jequetepeque.

De otro lado, en ganadería, la región destaca por ser la tercera cuenca lechera del país y se sustenta, principalmente, en la producción de carne de vacuno y leche fresca.

Sin embargo; todo lo anterior no libra a Cajamarca de ubicarse en el la primera región con mayor índice de pobreza de 23,9% a nivel nacional, según INEI [28].

3.4.1.3. Infraestructura

La región Cajamarca está dividida en tres partes sur, centro y norte de Cajamarca lo que hace que la parte centro y norte no tengan comunicación vial con la capital ubicada en el sur de la región, cuenta con una red de carreteras que interconecta a sus provincia y también a los departamentos de Piura, Lambayeque y La Libertad con la amazonia que corresponden a la región Amazonas y San Martín.

Cuenta con hospitales en todas sus provincias siendo los mejores equipados los de Cajamarca y Jaén, además se tiene una diversidad de postas médicas en todos los distritos y algunos centros poblados.

Según INEI [28]; solo el 40% de Cajamarca se encuentra con red eléctrica domiciliaria, El 18 % de las viviendas cuentan con agua potable.

3.4.2. Macro localización

El método de localización será el método de ranking de factores ponderados, considerando para la macro localización los departamentos de Lambayeque, La Libertad y Cajamarca, por ser más cercanas al lugar de consumo y además los principales factores que tomaremos en cuenta para la macro localización se encuentran a continuación.

3.4.2.1. Análisis de los factores de localización

A. Disponibilidad de materia prima

En este punto observamos que la región La Libertad posee un peso más considerable, por ser la mayor región productora de residuos seguido de Lambayeque y finalmente Cajamarca, dichos datos se pueden constatar en Tabla 36.

Tabla 36: Generación per cápita domiciliaria 2013, según región

Región	Población urbana 2013 (hab)	Generación de residuos 2013 (kg/día)	GPC residuos 2013 (kg/hab./día)
Amazonas	203 597	106 286	0,52
Áncash	727 57	397 345	0,54
Apurímac	223 26	129 033	0,57
Arequipa	1 192 139	581 062	0,48
Ayacucho	444 737	230 68	0,51
Cajamarca	542 885	291 413	0,53
Callao	1 065 838	698 717	0,65
Cusco	755 563	451 474	0,59
Huancavelica	176 268	86 69	0,49
Huánuco	397 173	196 999	0,49
Ica	741 45	388 763	0,52
Junín	939 876	478 785	0,50
La Libertad	1 444 172	780 558	0,54
Lambayeque	959 775	490 205	0,51
Lima	9 614 115	5 684 258	0,59
Loreto	624 214	345 127	0,55
Madre de Dios	108 112	48 176	0,44
Moquegua	155 426	60 741	0,39
Pasco	206 618	88 573	0,42
Piura	1 385 306	811 543	0,58
Puno	797 231	374 372	0,47
San Martín	569 624	312 272	0,54
Tacna	284 697	140 065	0,49
Total	24 162 040	13 529 015	0,56

Fuente: MINAM [27], 2016.

B. Cercanía al mercado

Con respecto a la cercanía al mercado los departamentos que mayor peso tienen son Lambayeque y La Libertad por tener un desarrollo agroindustrial además de los proyectos Olmos y Chavimochic que se desarrollan en dichos departamentos, seguido de Cajamarca.

C. Disponibilidad de mano de obra

En este aspecto la región que mayor desempleo tiene es La Libertad seguido de Lambayeque y por último Cajamarca, ver Tabla 37 que muestra la tasa de desempleo en el país.

Tabla 37: Tasa de ocupación y desempleo, según departamento, 2014

Departamento	Tasa de ocupación	Tasa de desempleo
Amazonas	98,4	1,6
Áncash	97	3
Apurímac	98	2
Arequipa	95,6	4,4
Ayacucho	97	3
Cajamarca	97,7	2,3
Callao	94,1	5,9
Cusco	96,8	3,2
Huancavelica	98,7	1,3
Huánuco	98,1	1,9
Ica	96,9	3,1
Junín	96,9	3,1
La Libertad	95,5	4,5
Lambayeque	95,6	4,4
Loreto	97,5	2,5
Madre de Dios	97,7	2,3
Moquegua	95,8	4,2
Pasco	96,2	3,8
Piura	96,7	3,3
Puno	97,3	2,7
San Martín	97,9	2,1
Tacna	97,4	2,6
Tumbes	96	4
Ucayali	97,8	2,2

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI [32], 2015.

D. Disponibilidad de terreno

En este aspecto la región Cajamarca tiene mayor puntuación por que los terrenos tienen menor precio en la región Lambayeque y Libertad el costo es igual; pero mucho mayor a comparación de Cajamarca, según Chepote [33].

E. Disponibilidad de agua

En este apartado la región con mayor puntuación es Cajamarca por su riqueza fluvial con una diversidad de ríos, quebradas y acequias que las organizaciones campesinas y demás población aprovechan sin costo alguno; a diferencia de Lambayeque y La Libertad que cada regante tiene que pagar un monto de S/ 746 al año, según afirma Prado [34].

F. Aspectos ambientales

En base a este aspecto, notamos que Lambayeque y La Libertad poseen pesos similares debido a que son regiones más pequeñas existen menores índices de contaminación, siendo caso contrario Cajamarca la cual representa mayor contaminación minera y problemas que afectan la salud de la población, según afirma Castro [35].

G. Facilidades de transporte y comunicación

Con respecto a las facilidades de transporte y comunicaciones La Libertad y Lambayeque tienen las mismas cualidades por sus distintas vías de acceso vial a sus pueblos y telecomunicaciones por lo contrario Cajamarca en muchos casos carece de este beneficio debido a su accidentada geografía.

H. Aspectos institucionales

En este caso las instituciones municipales y regionales como Lambayeque y La Libertad no prestan importancia al cuidado de medio ambiente y por ende a las empresas debido a su ineficiencia al segregar en la fuente de recolección, en cambio Cajamarca se encuentra a disposición en fomentar el desarrollo mediante programas de reciclaje y aprovechamiento de residuos orgánicos debido a que la conversión de residuos orgánicos en fertilizante ayudan a evitar el pronto colapso su relleno sanitario.

I. Método del ranking de factores

Para la aplicación de este método se codifico en la Tabla 38 a cada factor con una letra mayúscula, la misma que lo representará en la ponderación de factores en la Tabla 39 y también en la Tabla 40 la que calcula la calificación y la puntuación de los factores con respecto a las regiones consideradas para dicho calculo.

Tabla 38: Codificación de los factores de ponderación

Factores	Codificación
Disponibilidad de materia prima	A
Cercanía al mercado.	B
Disponibilidad de mano de obra.	C
Disponibilidad de agua.	D
Disponibilidad de terreno.	E
Aspectos ambientales.	F
Facilidades de transporte y comunicación	G
Aspectos institucionales.	H

Tabla 39: Ponderación de factores

Factores	A	B	C	D	E	F	G	H	Conteo	Real en %	Ponderación
A		1	1	1	1	1	0	1	6	14,6	15
B	1		1	0	1	1	0	0	4	9,8	10
C	0	1		1	0	1	0	1	4	9,8	10
D	1	1	1		1	1	1	1	7	17,1	17
E	1	1	1	1		1	0	1	6	14,6	15
F	1	1	1	1	1		0	1	6	14,6	15
G	1	1	1	1	1	1		1	7	17,1	17
H	0	1	0	0	0	0	0		1	2,4	2
									41	100	101

Tabla 40: Resultados de la calificación y puntuación de los factores con respecto a las regiones consideradas

Factores	Ponderación	Calificación			Puntuación		
		Lambayeque	La libertad	Cajamarca	Lambayeque	La libertad	Cajamarca
A	14,6	3	5	1	43,9	73,2	14,6
B	9,8	5	5	3	48,8	48,8	29,3
C	9,8	3	5	1	29,3	48,8	9,8
D	17,1	1	1	5	17,1	17,1	85,4
E	14,6	3	3	5	43,9	43,9	73,2
F	14,6	5	5	1	73,2	73,2	14,6
G	17,1	5	5	3	85,4	85,4	51,2
H	2,4	1	1	5	2,4	2,4	12,2
Total					343,9	392,7	290,2

De acuerdo a los factores analizados tenemos como resultado que la mejor ubicación para la planta productora de compost es la región de Cajamarca La Libertad seguido de y por último Lambayeque.

3.4.3. Micro localización

El terreno para la planta compostera en el kilómetro 29 carretera Cumbil – Santa Cruz a 1 355 m.s.n.m. cuenta con una extensión de 7,5 hectáreas.

Esta ubicación es favorable por ser accesible y encontrarse a un costado de la carretera nacional la cual desde el año 2013 se encuentra en buenas condiciones, en el lugar también podemos acceder a uno de los recursos más importantes que

es el agua que al ubicarse en ese lugar no tendría ni dificultad ni costo alguno por que a un costado pasa la quebrada, producto de las filtraciones.

El terreno para la planta compostera en el kilómetro 29 carretera Cumbil – Santa Cruz a 1 355 m.s.n.m; cuenta con una extensión de 7,5 hectáreas.

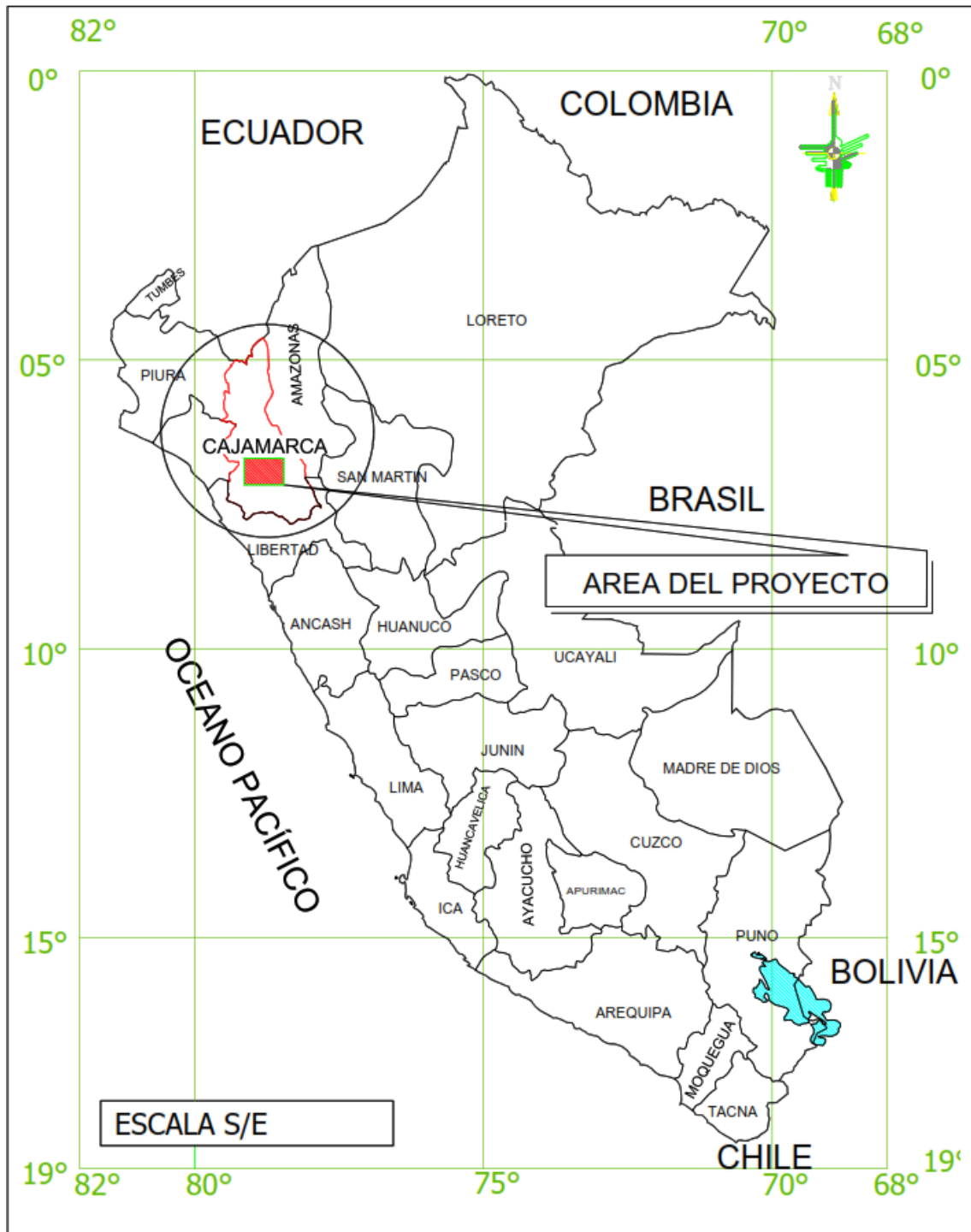


Figura 7: Ubicación de Cajamarca en el territorio peruano

Fuente: Oficina de DIDUR Catache.

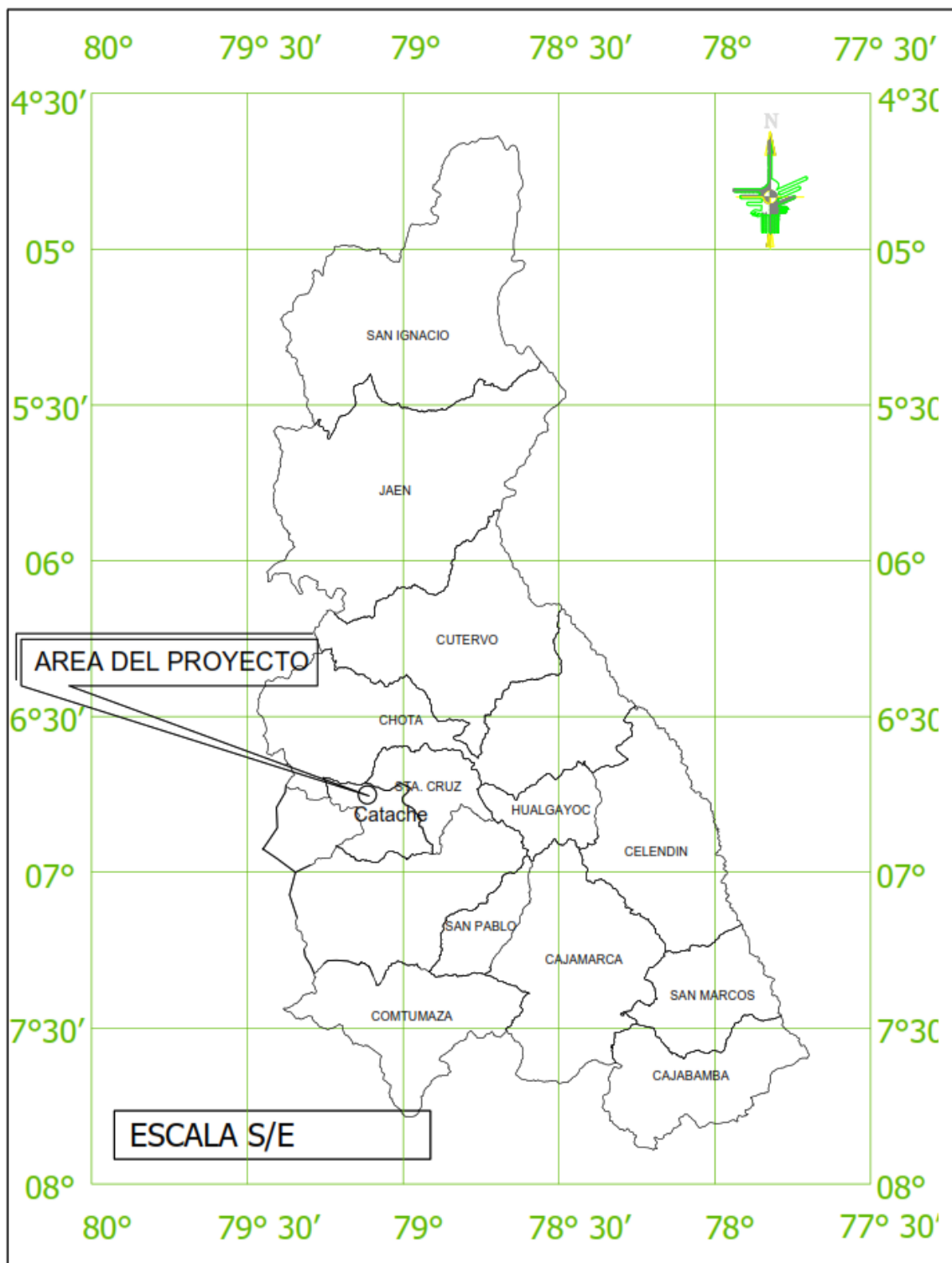


Figura 8: Ubicación del Distrito de Catache en el territorio de la región Cajamarca
 Fuente: Oficina de DIDUR Catache.

A. Disponibilidad de materia prima

La planta compostera funcionará fundamentalmente con residuos generados por el Distrito de Catache, lo cual se tiene una proyección máxima de 295,36 toneladas por año.

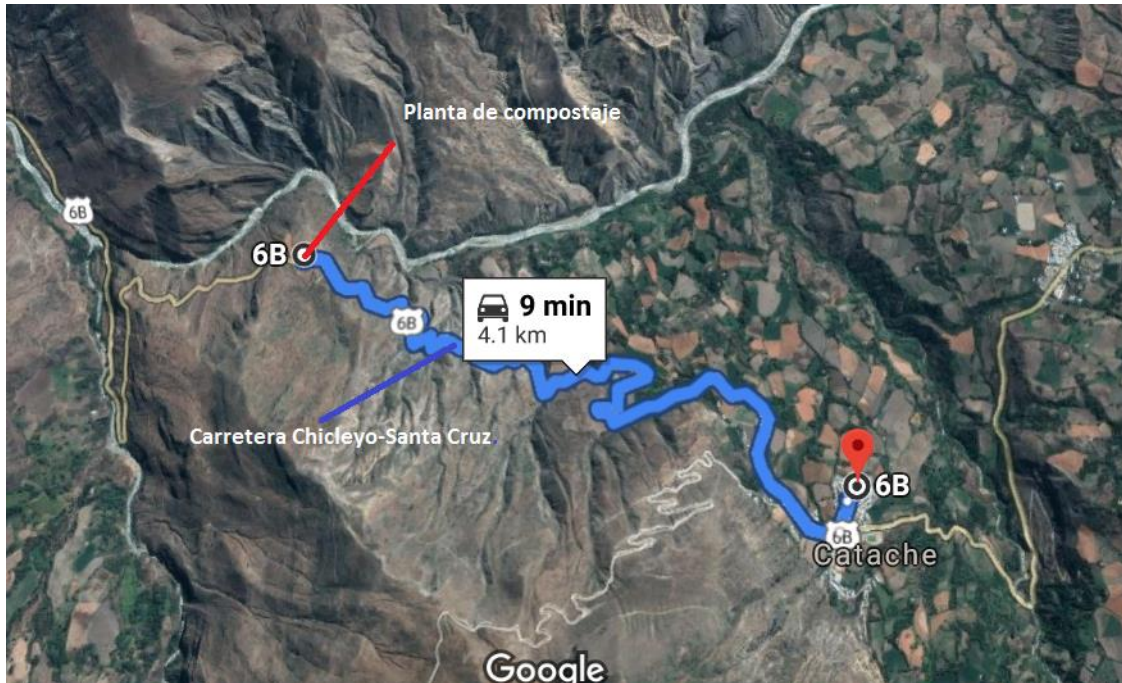


Figura 9: Ubicación de la planta compostera en el Distrito de Catache

Fuente: Google Earth.

B. Disponibilidad de mano de obra

En el caso de la mano de obra se cuenta con profesionales agropecuarios de la provincia que en muchos casos desarrollan otras funciones por no haber campo que les permita desarrollar su profesión, también el salario promedio a nivel regional se encuentra entorno a los S/ 850 según INEI.

C. Disponibilidad de terreno

En cuanto a la disponibilidad de terreno la Municipalidad Distrital de Catache cuenta con 25 hectáreas de terreno libres ubicadas en el km 29 de la carretera Cumbil – Santa Cruz.

D. Disponibilidad de agua

El terreno cuenta con una acequia con corriente de agua continuo ubicada a 150m a partir del kilómetro 29.

E. Aspectos ambientales

El proceso productivo puede verse afectado por la temperatura, el grado de humedad y otras condiciones desfavorables, incrementando costos para poder controlarlas y/o por retrasar la producción.

F. Cercanía al mercado de consumo

El terreno donde será construida la planta de compostaje se ubica a 4,1 km de la zona del pueblo y a 7,3 km de la zona de consumo.



Figura 10: Ubicación de la planta compostera con respecto a la asociación Chontaloma en el Distrito de Catache

Fuente: Google Eart.

G. Facilidades de transporte y comunicación

Como la planta compostera gozara de vías de transporte por ubicarse a un costado del kilómetro 29 de la carretera Cumbil – Santa Cruz.

H. Aspectos institucionales

Para este aspecto la Municipalidad es la promotora del proyecto, con la intención de minimizar la contaminación que producen.

3.4.4. Tamaño de planta

3.4.4.1. Factores que determinan el tamaño de planta

El impacto del tamaño de una planta industrial tiene gran importancia en nivel de las inversiones, costos y en la rentabilidad que pueda generar la implementación.

En todo estudio de viabilidad es importante determinar la capacidad apropiada de la planta, estudiando factores que ayuden a determinar la interacción relativa tales como: demanda, disponibilidad de materia prima, tecnología, equipos y el financiamiento. Con el estudio de los factores podremos determinar los límites superiores e inferiores del tamaño, es decir, define el tamaño máximo, luego el tamaño mínimo y dentro de tales límites, analizamos un tamaño intermedio.

A. Tamaño – Mercado

En cuanto al mercado no representa ningún impedimento en las actividades ya que de acuerdo al convenio la Asociación está dispuesta a comprar la cantidad de abono producido por la planta compostera ver anexo N° 5.

B. Tamaño – Tecnología

El tamaño de la planta también puede ser definida por la capacidad productiva de los equipos y maquinaria, que determinan el volumen de unidades a producir. La selección de la tecnología determinara la ampliación o el impedimento de expansión de la planta, razón por la cual es recomendable optar por una capacidad instalada superior a la requerida inicialmente.

Para el proceso de compostaje la maquinaria de mayor uso es la de volteo de materia prima.

Tabla 41: Características de la maquinaria de Producción

Operación/ tiempo de procesado	Capacidad de trabajo (t/h)	Cantidad de horas laborables al año	Producción máxima anual (t/año)
Volteo de compost	6	1 920	11 520
Trituradora	1,5	1 920	2 880

C. Tamaño – Materia prima

En cuanto a la materia prima adquirida se mueve de acuerdo al crecimiento poblacional, aquí se debe tener en cuenta que la población disminuye según pronóstico de INEI, y la producción anual solamente por la población de las zonas seleccionadas en cuanto a residuos en el 2027 será aproximadamente de 287,51t.

La cantidad antes mencionada es considerada fija, habiendo la posibilidad de adquirir materias primas de las distintas granjas de ganado ovino y caprino, entre otras en la Tabla 42 se muestra demanda de residuos orgánicos hasta el año 2027.

Tabla 42: Producción de Compost de acuerdo a la cantidad de RSO

Año	Producción de RSO Anual.	Producción de Compost.
2019	276.22	209.93
2020	276.22	209.93
2021	276.22	209.93
2022	276.12	209.85
2023	276.12	209.85
2024	276.12	209.85
2025	276.02	209.77
2026	276.02	209.77
2027	276.02	209.77
2028	275.91	209.70
2029	275.91	209.70

Para el cálculo del consumo de agua de la planta compostera se usó el cálculo de evapotranspiración mediante el método de Hargreaves mostrada a continuación:

$$ET_0 = 0,0135 * (t_{med} + 17,78) * R_s$$

$$R_s = R_0 * KT * \sqrt{t_{max} - t_{min}}$$

Donde ET_0 es velocidad de evaporación y se da en mm/día los milímetros es la altura de agua evaporada con respecto a un cubo de agua de 1m de altura; R_s es la radiación solar que incide en la zona de acuerdo a la latitud en Catache es -6,67; R_0 se refiere a la latitud que se multiplica por una constante igual a 0,408; KT se refiere a una constante de acuerdo a la zona en este caso es zona no costera por lo que será 0,162 ; t_{med} es la temperatura media en la pila de compostaje 50 °C; t_{max} se refiere a la temperatura máxima y es de 60 °C; t_{min} es la temperatura mínima 40°. De acuerdo al cálculo en la fórmula nos arroja un resultado de 0,85 mm/día. Para el caso de filtración en suelo por tratarse de un suelo semi arcilloso su coeficiente de permeabilidad es 0,432 m/día.

Tabla 43: Consumo de agua de la planta compostera en m³

Año	Cantidad de residuos orgánicos (t)	RSO secos (t)	Agua necesaria para humedecer la materia prima (m ³)	Evaporación de agua por día en (m ³ /día)	Filtración de Agua en el suelo por día (m ³ /día)	Consumo de diario de agua en el proceso de composta (m ³ /día)	Consumo anual de agua en el proceso de composta (m ³ /año)
2 020	61,53	37,29	24,24	0,02	10,47	10,49	3 827,09
2 021	61,46	37,25	24,22	0,02	10,45	10,47	3 822,79
2 022	61,30	37,15	24,15	0,02	10,43	10,45	3 812,76
2 023	61,14	37,05	24,09	0,02	10,39	10,42	3 802,74
2 024	61,00	36,97	24,04	0,02	10,37	10,39	3 794,14
2 025	60,87	36,88	23,98	0,02	10,35	10,37	3 785,54
2 026	60,73	36,80	23,93	0,02	10,33	10,35	3 776,95
2 027	60,59	36,72	23,87	0,02	10,30	10,32	3 768,35
2 028	60,45	36,63	23,82	0,02	10,28	10,30	3 759,75
2 029	60,31	36,55	23,76	0,02	10,26	10,28	3 751,16
2 026	60,17	36,47	23,71	0,02	10,23	10,25	3 742,56
2 027	60,04	36,38	23,65	0,02	10,21	10,230	3 733,96
2 028	59,89	36,29	23,63	0,02	10,18	10,206	3 725,37
2 028	59,78	36,22	23,60	0,02	10,16	10,200	3 724,32

Fuente: Evapotranspiración de suelos FAO 1990

A continuación, en la Tabla 44 se ha realizado el cálculo de combustible que es necesario en la planta compostera, el cual se basa en el ingreso de materia prima y las características de la maquinaria que se propone emplear, en la misma se puede observar que el mayor consumo de combustible se da en el transporte de la materia prima a la planta compostera, para el año 2020 se tiene un consumo de 657,36 gal de gasolina.

Tabla 44: Consumo de Combustible de la Planta Compostera

Año	Materia Prima Anual	Tiempo de Trabajo Anual			Consumo Anual de Gasolina			Consumo Total de gasolina (gal/año)
		Moto Furgón (h)	Trituradora (h)	Grupo Electrónico (h)	Moto Furgón (gal)	Trituradora (gal)	Grupo electrónico (gal)	
2 020	294,3	1 177,02	394,30	36,78	470,81	138,01	48,55	657,36
2 021	293,5	1 173,92	393,26	36,69	469,57	137,64	48,42	655,64
2 022	292,8	1 171,27	392,37	36,60	468,51	137,33	48,31	654,15
2 023	292,6	1 168,61	391,49	36,52	467,45	137,02	48,21	652,67
2 024	291,5	1 165,96	390,60	36,44	466,38	136,71	48,10	651,19
2 025	290,8	1 163,31	389,71	36,35	465,32	136,40	47,99	649,71
2 026	290,2	1 160,65	388,82	36,27	464,26	136,09	47,88	648,23
2 027	289,5	1 158,00	387,93	36,19	463,20	135,78	47,77	646,74
2 028	288,8	1 155,35	387,04	36,10	462,14	135,46	47,66	645,26
2 029	288,2	1 152,69	386,15	36,02	461,08	135,15	47,55	643,78

D. Tamaño – Inversión

El tamaño de inversión nos da un aproximado de la posible inversión para la ejecución de la planta compostera de Catache, para la cual nos apoyaremos en la ley de Willians; donde se tomará como dato de apoyo un proyecto, donde se determinó la inversión inicial requerida para la instalación de una planta compostera de la empresa Agrowaste liderada por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (Cebas-CSIC-España), que tuvo un costo de inversión de 2 799 150 € equivalente a S/14 756 115,6 y una producción de 33 000t de compost.

La relación puede expresarse de la siguiente forma matemática:

$$I2 = I1 = \left(\frac{Q2}{Q1}\right)^X$$

X = Factor costo- capacidad 0,64

Q1= capacidad instalada de la planta industrial del proyecto “Planta compostera de la empresa Agrowaste liderada por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (Cebas-CSIC-España)”: **33 000 t / Año.**

Q2= Capacidad de la planta para la producción de compost: **295,36 t/ Año.**

I1 = Inversión dada por el proyecto para la instalación de la planta Agrowaste: **S/ 14 756 115,6.**

I2 = inversión deseada para la capacidad Q2

Por lo tanto la inversión de la planta compostera a instalar podría ser de **S/ 100 770,85.**

E. Tamaño - Financiamiento

No se recurrirá a ningún financiamiento externo ya que la Municipalidad ha programado un presupuesto para la instalación y funcionamiento de dicha planta, mediante el área de Medio Ambiente, que una de sus metas el año 2018 fue la gestión de residuos sólidos, la misma que se cumplió en un 20% habiéndose quedado solamente en gestión. Por lo mismo se está viendo las posibilidades de aplicar un proyecto para dar solución al problema que de manera adjunta desarrolle la compostera municipal.

3.4.4.2. Factores que determinan los límites del tamaño de planta

Para determinar los límites superiores e inferiores del tamaño de la planta de la planta compostera, se evaluaron las relaciones anteriores, lo que dará una idea del posible tamaño de la planta de este proyecto, teniendo como límite mínimo a la cantidad requerida por el mercado y como límite máximo a la capacidad de disponibilidad de materia prima la que se verá limitada por la utilización de la tecnología.

A. Capacidad Requerida por el Mercado

El personal de producción solo trabajará 5 días por semana, por lo que al año trabajan 240 días (5 días a la semana, 4 semanas un mes, durante un mes trabajan 20 días por 12 meses).

$$\text{Capacidad requerida por el mercado} = 1040 \frac{t}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{240 \text{ días}} = 4,33 \frac{t}{\text{día}}$$

B. Capacidad dada por la disponibilidad de materia prima

Para realizar dicho cálculo se tomará la proyección de materia prima para el año 2017 que es la mayor demanda proyectada.

$$\text{Capacidad de materia prima} = 294,25 \frac{t}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{240 \text{ días}} = 1,226 \frac{t}{\text{días}}$$

3.4.5. Ingeniería y tecnología

3.4.5.1. Proceso global

A. Descripción del proceso de compostaje

a. Recepción y pesado

Se inicia con la llegada de las materias primas (RSO y estiércol) a las instalaciones las cuales pasan a ser pesadas en la balanza de rampa, para controlar el peso del ingreso de materiales.

Una vez pesados las moto furgón descargan el material en el área de recepción y acondicionamiento.

b. Tamizado 1

En el caso del estiércol pasará previamente por una etapa de tamizado para retirar sólidos con diámetros mayores a 10 mm, para lo cual se emplea una zaranda, se trata mayormente de formaciones rocosas producto de la presencia de pequeñas piedras en el momento de recoger el estiércol en los corrales.

Los residuos orgánicos recolectados pasan de frente al área de compostaje.

c. Triturado

El triturado permite fragmentar los residuos orgánicos duros y así disminuir su tiempo de descomposición.

d. Compostaje

En esta etapa se controlan ciertos parámetros (pH, humedad, relación C/N, temperatura y oxígeno), el proceso se realizará en un sistema abierto a través de volteos, el proceso tendrá una duración aproximada de 3 meses.

Para el control de los parámetros mencionados se cuenta con equipos de medición, los cuales tienen que ir complementados con 3 actividades de corrección en las pilas de compostaje:

- Aireación (mezcla, revuelta y movimiento).
- Humedecimiento (necesidad de riego).

La maquinaria y herramientas disponibles para esta etapa se encuentran en la Tabla 33. Los parámetros deben ser monitoreados de la siguiente manera:

- Hay que mantener la humedad (contenido de agua) del cuerpo de material entre 40 % - 60 % para asegurar condiciones óptimas de compostaje, si es más alta la humedad, puede ocurrir el caso de putrefacción anaeróbica, para esto, las plantas de compostaje en regiones con mucha lluvia deben ser cubiertas al menos durante el período de lluvia, cuando es muy húmedo el material al compostar, se puede añadir material con menos humedad (papel no reciclable, desechos de parques y jardines, desechos de carpintería, etc.)
- La temperatura del material debe mantenerse al menos una semana sobre 65°C o durante 2 semanas sobre 55°C para lograr una higienización suficiente (eliminación de organismos nocivos al suelo o a plantas).

De la misma forma se pueden controlar los lixiviados con geo membranas.

- El pH óptimo sería 7, Se puede añadir cal o químicos según los característicos de la basura cruda, El contenido de materia orgánica dentro de la basura cruda se puede medir a través de la pérdida de ignición, la cual tiene que ser más del 40 % para asegurar un compostaje satisfactorio.
- La tasa C/N es otro parámetro importante que debe ser controlado, Ese parámetro no es muy importante para determinar el proceso de fermentación pero para asegurar la calidad del abono para la fertilización, Para poder utilizar el compost como abono, la tasa C/N no debe pasar 35:1 o ser menor de 12:1, Se recomienda una tasa C/N de 30:1.

e. Tamizado 2

Esta etapa es también conocida como acondicionamiento, el material compostado pasa por una zaranda con un tamaño de orificios de 5 mm, esto se realiza con la finalidad de obtener un material homogéneo listo para ser envasado.

f. Envasado

La masa homogénea estable antes preparada o compost es llevado al área de envasado donde se procede a colocarlo en sacos de 50 kg para su posterior almacenaje, distribución y comercialización.

g. Almacenaje

Una vez en sacos, el compost es enviado a la bodega donde se almacenará hasta el momento de su distribución.

B. Diagrama de flujo

A continuación, se presenta el diagrama de flujo para la producción de sacos de compost de 50 kg (ver Figura 11).

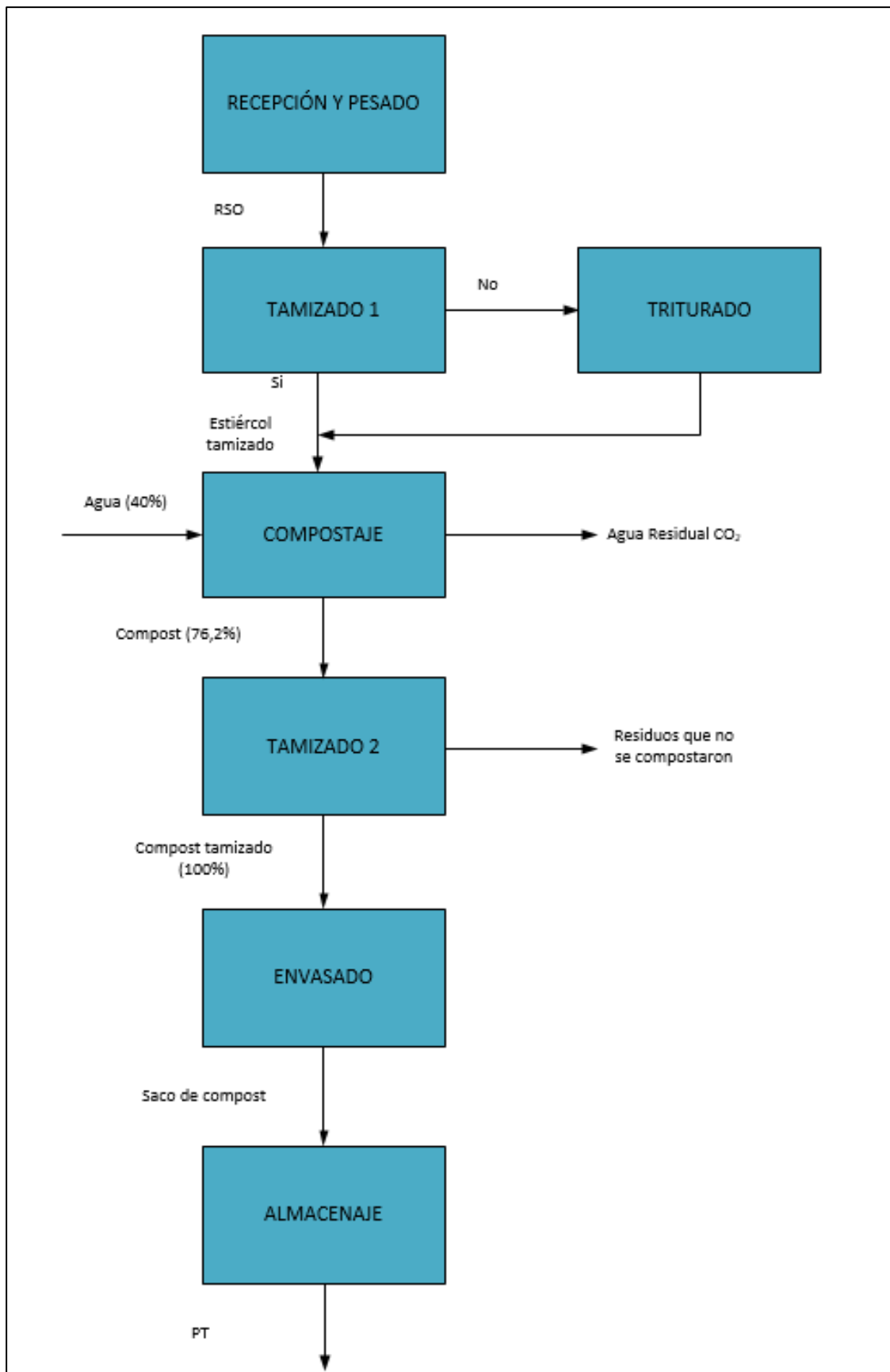


Figura 11: Diagrama de flujo del compostaje
 Fuente: Moreno [16], 2008.

C. Balance de materia

a. Recepción y pesaje

En esta etapa se reciben y pesan los materiales, no se originan pérdidas.

La materia prima que en este caso son los residuos orgánicos y el estiércol será sometida a una etapa de tamizado, donde se separará de cualquier sustancia sólida de diámetro mayor a 10mm.

b. Tamizado 1

En este proceso la materia orgánica es cernida y separada de los grumos formados durante la recolección o también en caso de que llegue materia orgánica dura como restos de arbustos o leñosos.

c. Triturado

Este proceso se encarga de triturar lo que pasó en el tamizado, dejándolo en forma de aserrín para pasar al proceso de compostaje.

d. Compostaje

Durante el proceso de compostaje ocurre internamente un proceso de degradación aeróbica impulsado por la acción de microorganismos y evaporaciones que dan como resultado la siguiente reacción de masa del 100% de materia orgánica se obtiene 76,2% compost, y con respecto al volumen de 1m^3 de obtiene $0,86\text{ m}^3$; los residuos orgánicos entran con un volumen específico de $3,2154\text{ m}^3/\text{t}$ y densidad de $0,311\text{ t}/\text{m}^3$ (Ardila, et al 2015).

e. Tamizado 2

En esta etapa el compost es cernido para que no se formen grumos de barro cuando este envasado, ya que si eso pasara el compost empieza a tomar un mal olor.

f. Envasado

El compost tamizado será llevado al área de almacén en el cual se llenarán los sacos y a la vez se pesarán y apilarán hasta el momento en que el cliente que en este caso será la asociación Chontaloma venga a recogerlos, los sacos en los cuales se envase el compost será entregado por la asociación.

g. Almacenaje

El almacenaje se hará bajo techo para evitar que el compost envasado de humedezca demasiado ya que el exceso de humedad en el compost provoca malos olores y en el peor de los casos que quede inutilizable a causa de una putrefacción del abono.

3.4.5.2. Tecnología

Para calcular la cantidad de equipos necesarios para planta compostera se realiza el cálculo mostrado en la Figura 8 que ayudará a calcular la cantidad de maquinaria necesaria para el proceso de compostaje para cual se usará las especificaciones de equipos que se encuentran a continuación.

$$N^{\circ} \text{ máq. } (N) = \frac{(\text{tiempo de operación por pieza por máq.}) * (\text{demanda anual})}{N^{\circ} \text{ total de horas disponibles al año}}$$

Figura 12: Fórmula para la determinación del número de máquinas

Fuente: Díaz, Bertha *et al.* [36], (2013).

A. Criterios de selección de maquinarias

a) Máquina de recolección y transporte de residuos

El criterio que se he tenido para la elección de la moto furgón adecuada es el precio, la garantía de la máquina y beneficios por parte de la tienda. Por lo que se optó por la tienda Zongshen, la cual que además de ser casa de la misma marca incluye en el precio el trámite de tarjeta y placa de la moto furgón (Ve anexo 19).

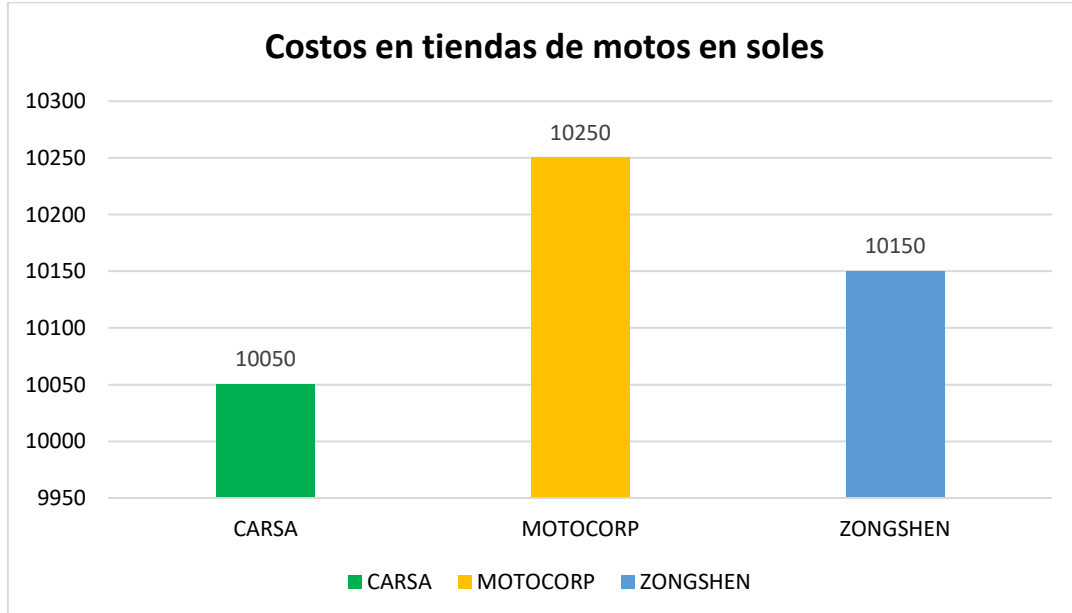


Figura 13: Gráfico comparativo de tiendas de motocicletas

b) Máquina de trituración

Para la elección de la trituradora se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos. El precio, la garantía de la máquina y beneficios por parte de la tienda.

Por lo que se optó por la tienda e importadora MAQUINDUSTRIAS SA. Con sede en Lima Metropolitana. La misma que al tener menor precio ante las otras dos tiendas con sede en la ciudad de Chiclayo, nos da un año más de garantía es decir dos (2) años de garantía, uno otorgado por la tienda y el otro por la maquinaria; incluyendo el servicio técnico; beneficios que las tiendas locales no ofrecen excepto la garantía del propio equipo (ver anexo 19).

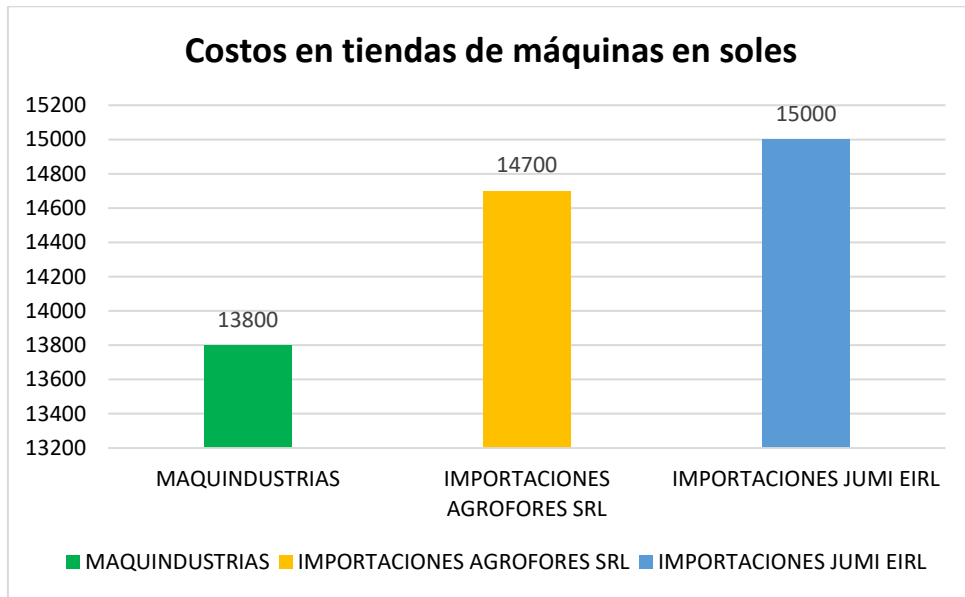


Figura 14: Gráfico comparativo de tiendas de trituradora

c) Máquinas de volteo de compost

Para la máquina de volteo de compost se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos. El precio, la garantía de la máquina y beneficios por parte de la tienda.

Por lo que se optó por la tienda e importadora MAQUINDUSTRIAS SA. Con sede en Lima Metropolitana. La misma que al tener menor precio ante las otras dos tiendas con sede en la ciudad de Chiclayo, nos da un año más de garantía siendo un total de dos (2) años de garantía, uno otorgado por la tienda y el otro por la maquinaria; incluyendo el servicio técnico; beneficios que las tiendas locales no ofrecen excepto la garantía del propio equipo (ver anexo 19).

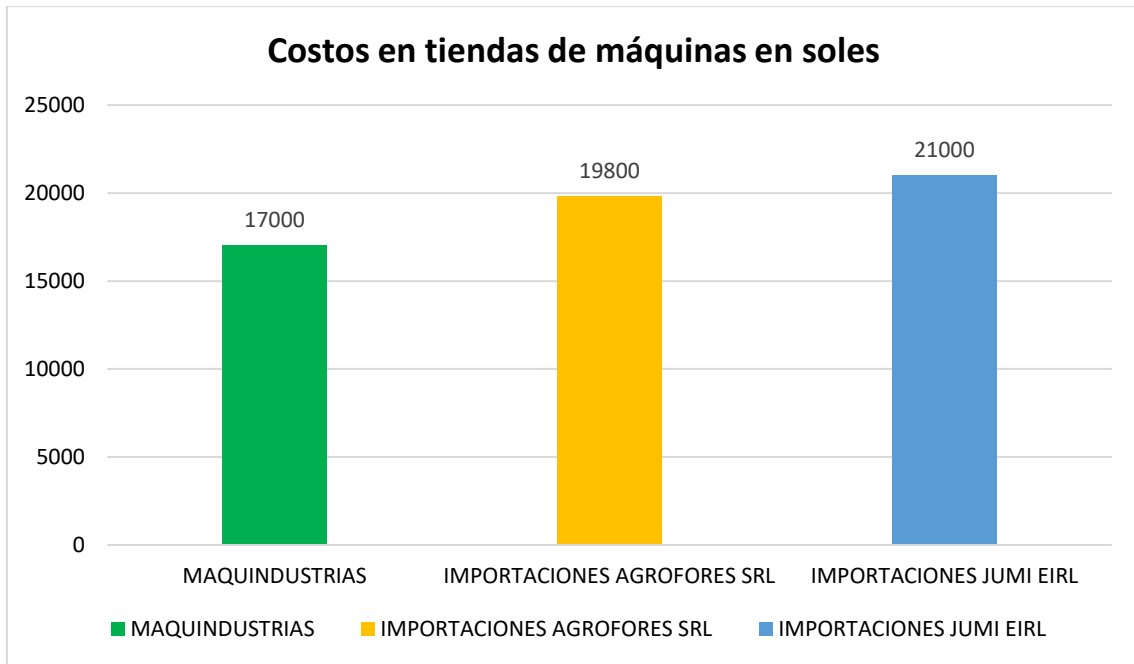


Figura 15: Gráfico comparativo de tiendas de maquinaria de volteo de compost

d) Generador eléctrico

Para la máquina de volteo de compost se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos. El precio por lo que se optó por la empresa MAQUINDUSTRIAS, todas presentan el mismo tiempo de garantía (ver anexo 19).

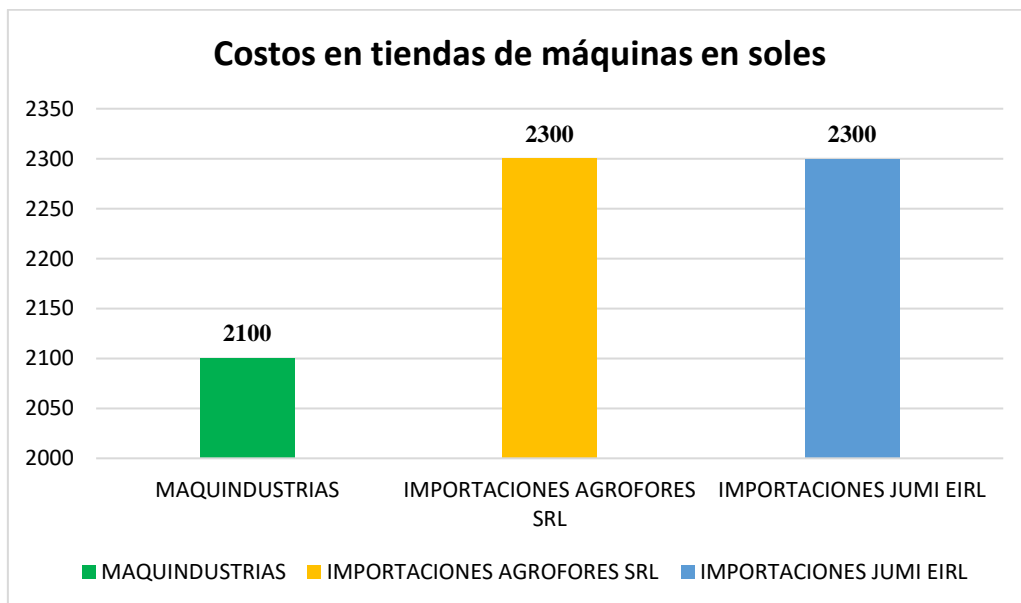


Figura 16: Gráfico comparativo de tiendas de generadores eléctricos

B. Especificaciones y características de equipos

Los equipos seleccionados para la planta de compostaje son los detallados a continuación con sus respectivas especificaciones que ayudarán a determinar el número de máquinas necesarias para el proceso productivo.

Tabla 45: Características de moto furgón

	Marca:	Wanxin
	Modelo:	WX250ZH-T
	Capacidad	1,2 t
	Cilindrada	126 cc - 250 cc
	Rendimiento con carga	0,4 gal/h
	Numero de tiempos del Motor:	4 tiempos
	Capacidad depósito de combustible:	3,5 gal
	Capacidad de tolva en (m)	2,20 X 1,30 X 0,60
	Costo	S/ 10 150,00
	Proveedor	Súper Motors

Fuente: Zongshen.

La moto furgón servirá para el traslado de residuos a la planta compostera, si bien es cierto la capacidad de carga es 1,2t en el Distrito de Catache solo tendrá una carga máxima de 1t por la geografía accidentada de la zona.


Tabla 46: Características de generador eléctrico

GENERADOR ELÉCTRICO		
	Marca:	JIANGDONG
	Modelo:	FJ420
	Capacidad	10 Kw
	Tamaño (mm)	790 x 560 x 590
	Consumo	1,32 gal/h
	Número de tiempos del Motor:	4 tiempos
	Capacidad depósito de combustible:	26,6 gal
	Encendido	Manual / Eléctrico
	Costo	S/ 2 100,00
	Proveedor	Safari Group

Fuente: MAQUINDUSTRIAS SA.

El generador eléctrico será usado exclusivamente para hacer funcionar la máquina de volteo de compost tiene una capacidad de trabajo de 10kw y un consumo de 5 L/h.


Tabla 47: Características de máquina de volteo de compost

	Marca:	Compost SYSTEMS
	Modelo:	CMC SF 200
	Dimensiones (m)	1,10 X 2,67 X 1,43
	Chasis	Cadena de oruga de acero
	Motores eléctricos de rotor	2 de 4 KW
	Motores eléctricos de chasis	2 de 0,5 KW
	Tasa de volteo	30 m ³ /h
	Velocidad de trabajo	30 t/h
	Costo	S/ 17 000,00

Fuente: MAQUINDUSTRIAS SA.

La máquina de volteo sirve para voltear el compost y de esa manera ventilar las partes donde no llega oxígeno, el proceso que desarrolla esta máquina permite equilibrar la temperatura del camellón de compostaje.

Tabla 48: Características de máquina de trituradora

	Marca:	BOMERI
	Modelo:	PD6
	Capacidad	2 800-1500 kg/h
	Motor	14 hp
	Rendimiento	0,35 gal/h
	Numero de tiempos del Motor:	4 tiempos
	Capacidad depósito de combustible:	3,5 gal
	Ancho del chasis más llantas	1,30 m
	Largo del chasis	1,70 m
	Altura.	1,50 m
	Costo	S/ 13 800,00

Fuente: MAQUINDUSTRIAS SA.

Esta máquina trituradora cumple tiene dos funciones de zaranda y trituración de desechos leñosos y follaje es de fácil uso y traslado.

Los equipos señalados a continuación sirven para monitoreo diario o inter diario de los camellones como es el pH, temperatura y humedad; y por último se muestra las especificaciones técnicas de una cosedora portátil para sellar bolsas y sacos que servirá para cocer las bolsas en las que se transportara el compost.

Tabla 49: Características de instrumentos

<p>Analizador de oxígeno Proveedor: Emison, España. Uso: Portátil.</p>	
<p>Medidor de temperatura, humedad y pH Proveedor: Emison, España. Uso: Portátil.</p>	
<p>Cerradora portátil de bolsas Proveedor: Siscode, Perú. Peso: 5 kg. Dimensiones: 30,5 x 22,9 x 33 cm. Velocidad de cerrado: 35 pie/min.</p>	

C. Selección de equipos

Haciendo uso de la fórmula de determinación de número de máquinas se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 50 la que señala que la máquina que más uso tiene es la de volteo de compost por la repetidas veces que se le remueve para su buena a oxigenación.

Tabla 50: Determinación de número de Maquinaria

Maquinaria	Tiempo de operación por pieza por máquina	Demanda anual de residuos (t)	N° total de horas disponibles al año	Calculo en la fórmula de determinación de máquinas	N° de máquinas
Moto furgón	4	295	1 920	0,62	1
Trituradora	0,67	590	1 920	0,21	1
Máquina de volteo de compost	0,13	2 950	1 920	0,19	1
Carretillas	1	295	1 920	0,15	1

La tecnología a emplear para cada una de las etapas del proceso productivo se muestra a continuación (ver Tabla 51, Tabla 52 y Tabla 53).

Tabla 51: Maquinaria de Procesamiento

MAQUINARIA DE PROCESAMIENTO		
PROCESO	MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	CANTIDAD
Área de Recepción y Preparación		
Recepción	Moto furgón	1
Área de Compostaje		
Compostaje	Trituradora	1
	Máquina de volteo de compost	1
	Generador eléctrico	1
	Lampas	8
	Rastrillos	8
Área de Acondicionamiento y Envasado		
Envasado	Máquina de coser sacos	1
	Balanza industrial	
Almacenaje	Carretillas	4

Tabla 52: Equipo Portátil de Procesamiento

EQUIPO PORTÁTIL DE PROCESAMIENTO		
PROCESO	EQUIPO	CANTIDAD
Área de Compostaje		
Compostaje	Analizador de oxígeno	1
	Medidor de temperatura y humedad	1
	Sonda de pH	1
Área de Acondicionamiento y Envasado		
Envasado	Cerradora portátil de bolsas	1

Tabla 53: Equipo de Protección Personal

PROCESO	EQUIPO	CANTIDAD
Recolección y compostaje	Cascos	6
	Guantes de cuero	36 pares
	Gafas	36
	Protector auditivo	36
	botas	18 pares
	Respirador	6
	Overol	12
Compostaje	Guantes de neopreno	36 pares

D. Depreciación de equipos

Para la depreciación de equipos se ha usado el informe N° 196-2006-SUNAT/2B0000 de la Superintendencia Nacional de aduanas y administración, para esto se usó el costo de las máquinas y equipos, continuación en la Tabla N°54 se puede ver la depreciación anual de la maquinaria.

Tabla 54: Depreciación Tributaria de Maquinaria y Equipos

Cantidad	Maquinaria	Precio inicial	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
1	Moto furgón	10 150	9 135	8 221,5	7 399,35	6 59,415	5993,4735	5 394,12	4 854,71	4 369,24	3 932,31	3 539,08
1	Trituradora	15 000	13 500	12 150	10 935	9 41,5	8857,35	7 971,61	71 74,45	6 457,00	5 811,30	5 230,17
1	Máquina de volteo de compost	21 000	18 900	17 010	15 309	13 778,1	12400,29	11 160,26	10 044,23	9 039,81	8 135,83	7 322,24
1	Generador eléctrico	2 100	1 890	1 701	1 530,9	1 377,81	1240,029	1 116,02	1 004,42	903,98	813,58	732,22
8	Palas	224	201,6	181,44	163,29	146,96	132,26	119,04	107,13	96,42	86,78	78,10
8	Picotas	280	252	226,8	204,12	183,70	165,33	148,80	133,92	120,530	108,47	97,62
8	Lampas	224	201,6	181,44	163,29	146,96	132,26	119,04	107,13	96,42	86,78	78,10
8	Rastrillos	272	244,8	220,32	198,28	178,45	160,61	144,55	130,09	117,08	105,37	94,84
1	Balanza industrial	590	531	477,9	430,11	387,09	348,38	313,55	282,19	253,97	228,57	205,72
4	Carretillas	480	432	388,8	349,92	314,92	283,43	255,09	229,58	206,62	185,96	167,36
1	Analizador de oxígeno	800	720	648	583,2	524,88	472,39	425,15	382,63	344,37	309,93	278,94
1	Medidor de temperatura , pH, humedad	950	855	769,5	692,55	623,29	560,96	504,86	454,38	408,94	368,04	331,24
1	Sonda de pH	650	585	526,5	473,85	426,46	383,81	345,43	310,89	279,80	251,82	226,64
1	Cerradora portátil de bolsas	740	666	599,4	539,46	485,51	436,96	393,26	353,93	318,54	286,69	258,02
Total		53 460	48 114	43 302,6	38 972,34	35 075,10	31567,59	28 410,83	25 569,75	23 012,77	20 711,49	18 640,34

Fuente: SUNAT 2018.

3.4.5.3. Distribución de planta

Para la distribución de la planta compostera se ha considerado el método Guerchet y la tabla relacional para la distribución de ambientes.

A. Determinación de las áreas mediante método Guerchet

1. Área de recepción y compostaje

En esta área se desarrollaran los procesos de recepción y pesado, tamizado de la materia prima, trituración y composteo.

Tabla 55: Cálculo del Área de Recepción y Compostaje

Máquinas	n	N	l (m)	a (m)	h(m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
Moto furgón	1	3	2,2	1,3	1,6	2,86	8,58	10,33	21,77
Máquina de volteo	1	2	1,1	2,67	1,43	2,94	5,87	7,95	16,77
Trituradora	1	3	1,7	1,3	1,5	1,5	4,5	5,42	11,42
Carretilla	2	2	1,42	0,68	0,58	0,97	1,93	2,62	11,02
Camellones de compostaje	16	4	15	2	0,85	30	120	135,42	4 566,66
Total									4 627,64

2. Área de acondicionamiento

En esta área se desarrollarán los procesos de tamizado y llenado de sacos.

Tabla 56: Cálculo del Área de Acondicionamiento

Máquinas	n	N	l (m)	a (m)	H (m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m)	St (m ²)
Moto furgón	1	3	2,2	1,3	1,6	2,86	8,58	10,45	21,89
Trituradora	1	4	1,1	2,67	1,43	1,5	6	6,85	14,35
Camellones de compostaje	1	4	15	2	0,85	30	120	137,00	287,00
Total									323,24

3. Área de almacén de producto terminado

En esta área se almacena el producto.

Tabla 57: Cálculo del Área de Almacén de Producto Terminado

Máquinas	n	N	l (m)	a (m)	H (m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
Hilera de sacos	2	1	10,37	2,7	1,6	27,99	27,99	295,67	703,34
Total									703,34

4. Área de almacén de herramientas y maquinaria

En esta área se almacenará la maquinaria y equipos usados en el toda la planta compostera.

Tabla 58: Cálculo del Área de Almacén de Herramientas y Maquinaria

Máquinas	n	N	l (m)	a (m)	H (m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
Máquina de volteo	1	4	1,1	2,6	1,43	2,94	11,75	8,92	23,61
Trituradora	1	4	1,1	2,6	1,43	1,5	6	4,56	12,06
Carretilla	2	3	1,1	2,6	1,43	2,94	8,81	7,14	37,77
Andamios	3	1	0,4	1,2	1,8	0,48		0,29	2,32
Baúl metálico de herramientas	3	1	1,5	0,8	1,2	1,2	1,2	1,46	11,57
Total									87,33

5. Área de laboratorio

En esta área se analizará las muestras extraídas del proceso de compostaje, acondicionamiento y almacén de producto terminado.

Tabla 59: Cálculo del Área de Laboratorio

Muebles	n	N	l (m)	a (m)	H (m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
Mesas	2	1	2	0,6	1	1,2	1,2	1,86	8,52
Bancos	2	2	0,4	0,4	0,65	0,16	0,32	0,37	1,70
Lavatorio	1	1	0,9	0,45	0,9	0,41	0,41	0,63	1,44
Andamios	1	1	0,4	1,2	1,8	0,49		0,37	0,85
Total									12,41

6. Área de seguridad

En esta área está destinada para el vigilante de la planta compostera.

Tabla 60: Cálculo del Área de Seguridad.

Muebles	n	N	l (m)	a (m)	H (m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
Escritorios	1	1	1,2	0,6	0,8	0,72	0,72	1,42	2,86
Sillas	1	1	0,4	0,4	1	0,16	0,16	0,32	0,64
Total									3,50

7. Área de oficina

En esta área se usará para realizar informes y otras acciones administrativas que se tengan que realizar.

Tabla 61: Cálculo del Área de Oficina

Muebles	n	N	l (m)	a (m)	H (m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
Escritorios	2	1	1,2	0,6	0,8	0,72	0,72	1,44	5,76
Sillas	4	1	0,4	0,4	1	0,16	0,16	0,32	2,56
Mesa de impresora	1	1	4	0,6	0,6	2,4	2,4	4,79	9,59
Andamios	1	1	0,4	1,2	1,8	0,48		0,48	0,96
Total									18,87

8. Área de vestuario

En esta área el personal se cambiará para realizar sus actividades rutinarias.

Tabla 62: Cálculo del Área de Vestuario

Muebles	n	N	l (m)	a (m)	h(m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
Andamios	3	1	0,4	0,6	1	0,24	0,24	0,58	3,18
Banca	1	1	0,4	2	0,4	0,8	0,8	1,93	3,51
Total									6,69

9. Área de comedor

Es utilizado por todo el personal en su tiempo de descanso e ingesta de alimentos.

Tabla 63: Cálculo del Área de Comedor

Máquinas	n	N	l (m)	a (m)	H (m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
Mesa	1	4	1,8	0,9	0,8	1,62	6,48	7,64	15,74
Sillas	6	1	0,4	0,4	1	0,16	0,16	0,30	3,73
Total									19,47

10. Área de baños

En esta área el personal podrá utilizar para el aseo personal y necesidades fisiológicas.

Tabla 64: Cálculo del Área de Baños

Máquinas	n	N	l (m)	a (m)	H (m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
Inodoro	2	1	0,8	0,6	1,6	0,48	0,48	0,53	2,99
Lava torio	4	1	0,5	0,45	0,8	0,23	0,23	0,25	2,8
Duchas	2	1	1,5	1	1,65	1,5	1,5	1,67	9,34
Total									15,13

11. Área de generación eléctrica

En esta área está destinada para el grupo electrógeno que alimentará a la máquina de volteo.

Tabla 65: Cálculo del Área de Generación Eléctrica

Máquinas	n	N	l (m)	a (m)	H (m)	Ss (m ²)	Sg (m ²)	Se (m ²)	St (m ²)
Generador eléctrico	1	2	0,79	0,56	0,59	0,44	0,885	2,58	3,91
Total									3,91

B. Dimensión total de la planta compostera

El área total de la planta está conformado por la suma de las áreas calculadas anteriormente mediante el método Guerchet dicho valor se encuentra detallado en la Tabla 66.

Tabla 66: Área Total de la Planta Compostera

Áreas de la planta	Metros cuadrados
Área de compostaje.	4 627,63
Área de acondicionamiento	323,24
Área de almacén de producto terminado	703,34
Área de almacén de herramientas y maquinaria	87,32
Área de laboratorio	12,52
Área de seguridad	3,49
Área de oficina	18,87
Área de vestuario	6,71
Área de comedor	19,47
Área de baños	15,13
Área de generación eléctrica	3,91
Área total	5 821,63

C. Distribución de áreas

Una vez definido las diversas funciones de la planta compostera y tomada la decisión de las áreas funcionales que se ubicarán en una solo instalación, se deberá realizar un análisis de las relaciones entre dichas actividades. El análisis es importante para definir su ubicación relativa y optimizar la distribución de las diferentes áreas, tanto administrativas como de producción.

Según Díaz. B, Jarufe. B y Noriega M. El análisis de las relaciones entre las actividades es un paso previo a la propuesta de distribución general. Este análisis permitirá desarrollar la propuesta de distribución, tomando en cuenta la importancia relativa de la cercanía entre distintas áreas, no solo productivas sino también administrativa y de servicios, por donde no existe un flujo de materiales.

- **Tabla relacional:** Es un cuadro organizado en diagonal, en el que aparecen las relaciones de cercanía o proximidad entre cada actividad (entre cada función, entre cada sector) y todas las demás actividades.

Además de mostrarnos las relaciones mutuas, evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades, apoyándose en una codificación apropiada.

Procedimientos para la construcción

Para la realización de la tabla Relacional nos apoyaremos en dos elementos básicos.

- Tabla de valores de proximidad.
- Lista de razones o motivos.

A continuación, describiremos las áreas de la planta compostera y cada uno de estos elementos: Área de lavado y desinfección de vehículos; recepción y compostaje; acondicionamiento; almacén de producto terminado; almacén de herramientas y maquinarias; laboratorio; seguridad; oficina; vestuario; comedor; baños y duchas; generación eléctrica.

Tabla de Valores de Proximidad: la escala de valores para la proximidad de las actividades queda indicada por las letras A, E, I, O, U, X; donde cada una de ellas tiene el siguiente valor.

Tabla 67: Valores de proximidad

Código	Valor de Proximidad
A	Absolutamente Necesario
E	Especialmente Necesario
I	Importante
O	Normal u Ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

Fuente: Díaz, Bertha [36], 2005

Lista de Motivos: las razones para sustentar el valor de proximidad, son las siguientes:

Tabla 68: Motivo para el valor de proximidad.

Código	Motivo
1	Por seguimiento del proceso
2	Inspección y control
3	Condiciones ambientales, generación de olores
4	Utilización del mismo personal
5	No se desea cercanía al proceso, por seguridad.
6	Por no ser necesario

Fuente: Díaz, Bertha [36], 2005

Esquema de la tabla relacional:

El análisis del esquema de la tabla relacional entre actividades permite determinar el tipo y la intensidad de las interacciones entre las actividades productivas, los servicios, mantenimiento y medios auxiliares. Las relaciones entre actividades no siempre están referidas a materiales y/o productos, sino también a exigencias en que determinados procesos requieren una determinada posición.

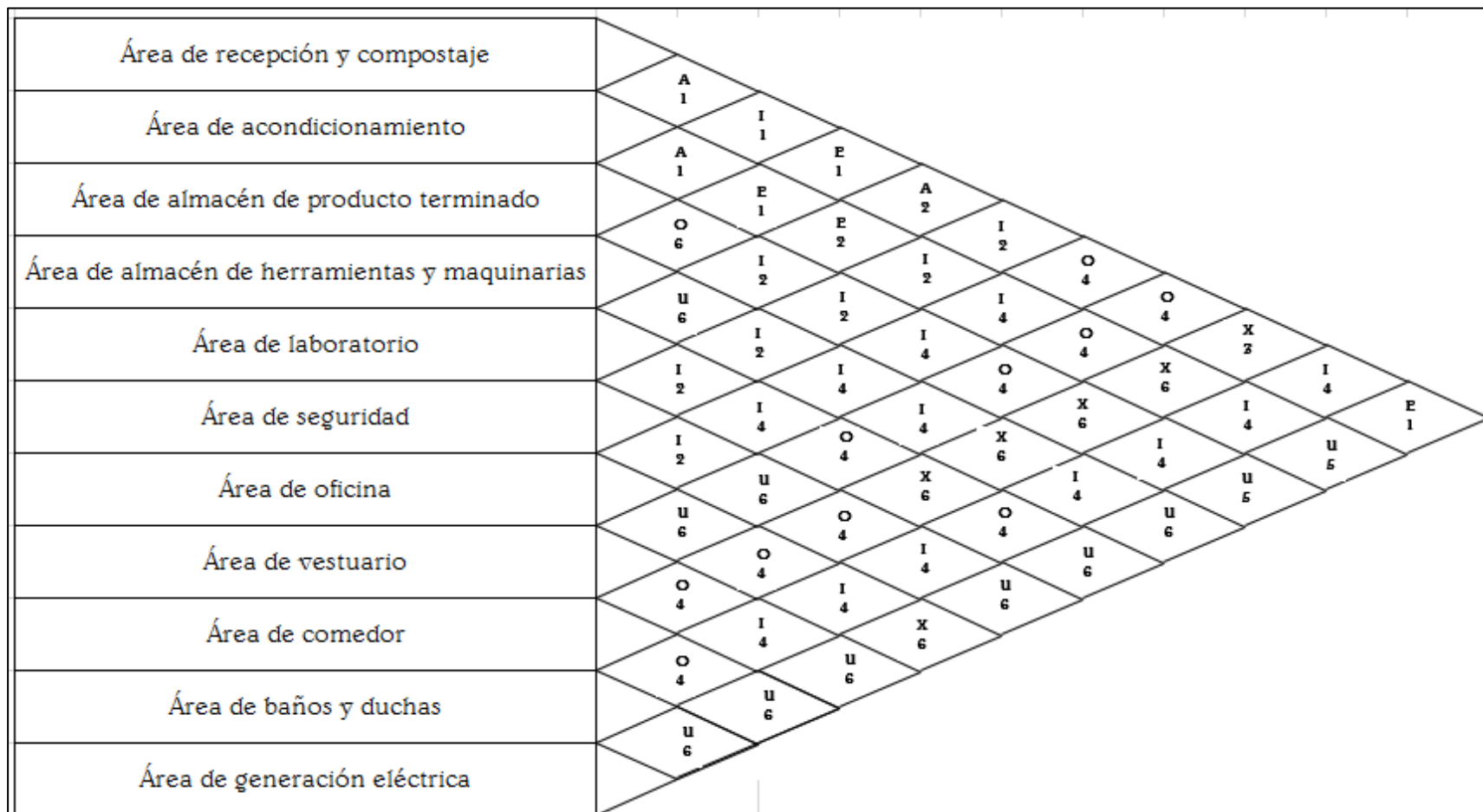


Figura 17: Determinación final de la proximidad de las áreas

En conclusión tomando como base la tabla relacional tendremos los siguientes valores de proximidad:

Tabla 69 Grado de importancia entre áreas

A	1,2	1,5	2,3																		
E	1,4	1,11	2,4	2,5																	
I	1,3	1,6	1,10	2,6	2,7	2,10	3,5	3,6	3,7	3,10	4,6	4,7	4,8	4,10	5,6	5,7	6,7	6,10	7,10	8,10	
O	1,7	1,8	2,8	3,4	3,8	5,8	5,10	6,9	7,9	8,9	9,10										
U	2,11	3,11	4,5	4,11	5,11	6,8	6,11	7,8	7,11	8,11	9,11	10,11									
X	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	7,1															

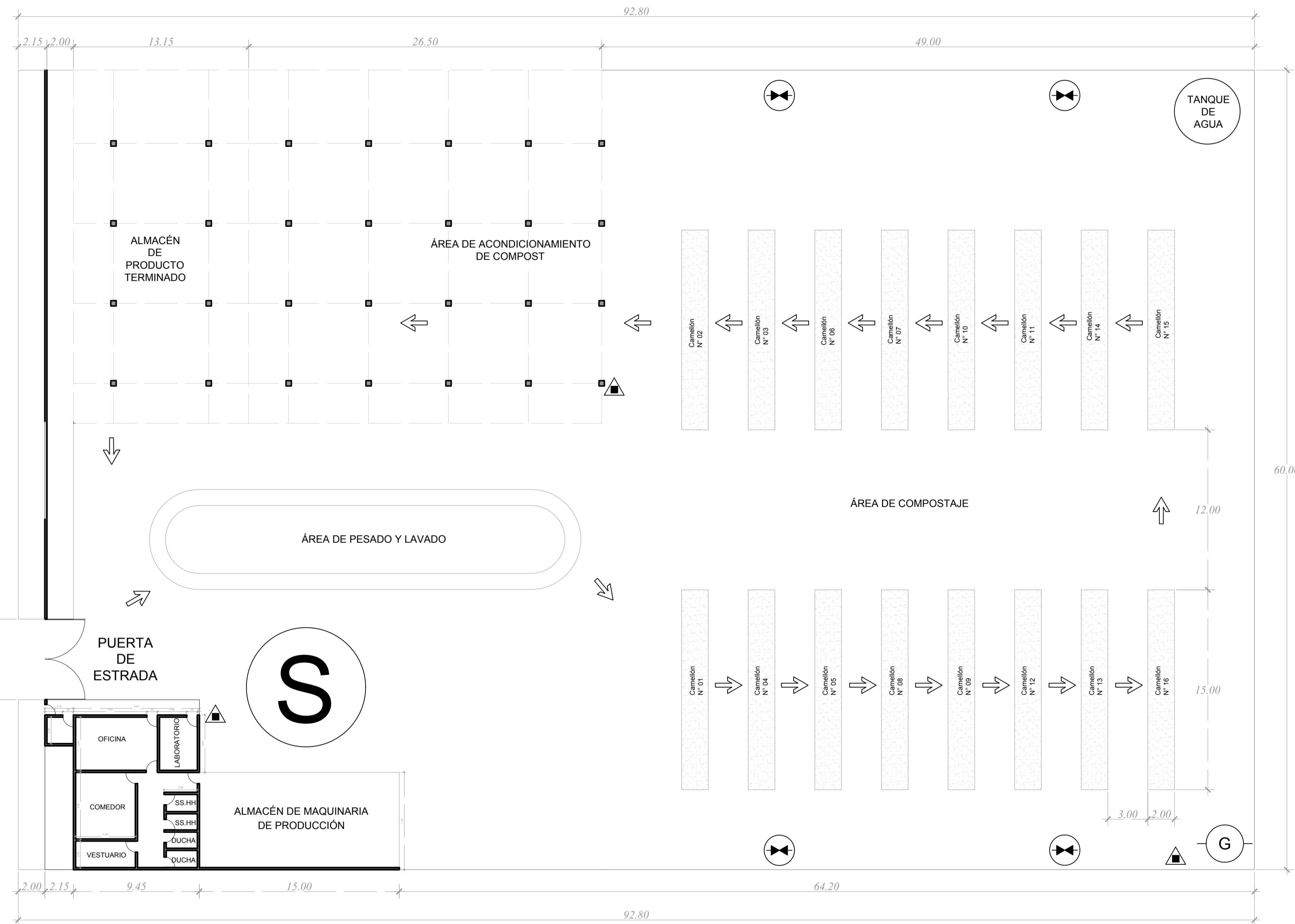
Después de identificar el grado de importancia y la razón de la cercanía de las áreas se puede hacer el armado del plano ver a continuación en la Figura 18 se detalla las dimensiones de la pila de compostaje que se construiría por semana.

DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE

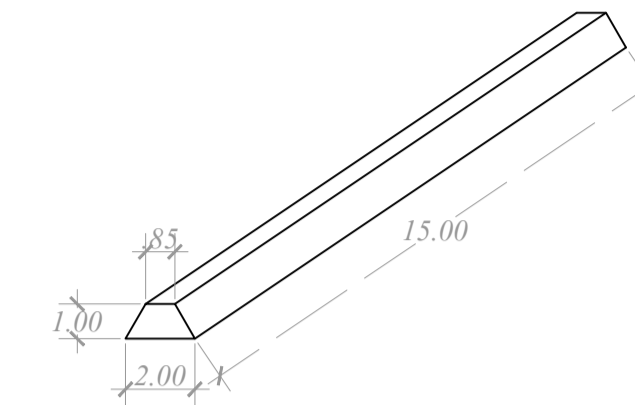
SANTA CRUZ

CARRETERA CUMBIL - SANTA CRUZ

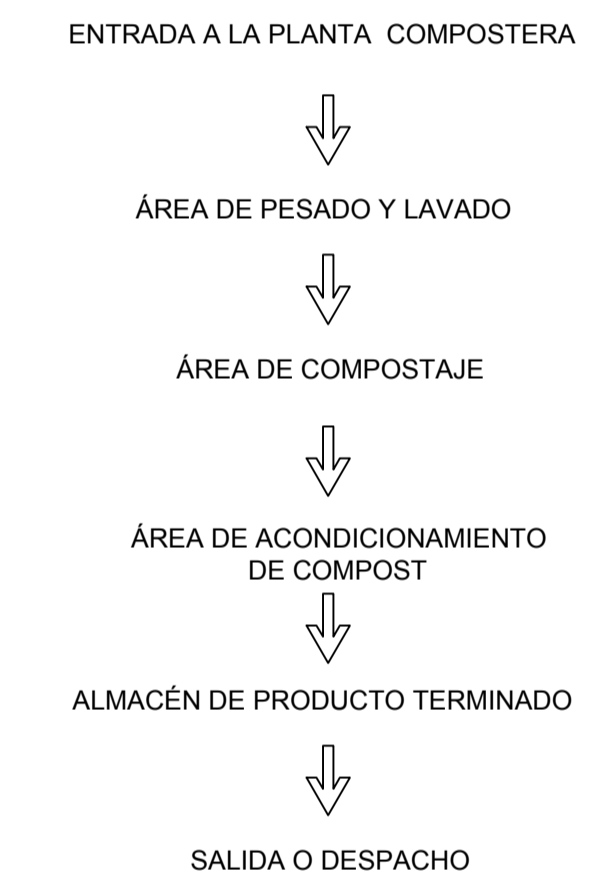
CUMBIL



DETALLE DE CAMELLÓN



DETALLE DE RECORRIDO DE LA MATERIA PRIMA



LEYENDA

	GENERADOR ELÉCTRICO A GASOLINA
	LLAVE DE PASO DE AGUA PARA RIEGO DE CAMELONES
	EXTINTOR DE POLVO QUÍMICO
	ZONA SEGURA EN CASO DE SISMOS
	INDICADOR DEL RECORRIDO DESDE LA RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA HASTA PRODUCTO TERMINADO.

<p>UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</p>		
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE	LÁMINA N°: A-1
PROVINCIAS: SANTA CRUZ	PROYECTO: DISEÑO Y DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA DE COMPOSTAJE	
DISTRITO: CATACHE	PLANO: UBICACION DE PROYECTO	
FECHA: JUNIO DEL 2019	ESCALA: 1:200	Figura N° 18

Figura 18: Plano de diseño y distribución de la planta de compostaje

3.4.6. Seguridad Industrial

a. Seguridad en las áreas

Para determinar la seguridad en las áreas se tuvo en cuenta la siguiente información:

Según Ley N° 29783 sobre Seguridad y Salud en el Trabajo

Tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país. Para ello, cuenta con el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia.

El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. Debe considerar factores sociales, laborales y biológicos, diferenciados en función del sexo, incorporando la dimensión de género en la evaluación y prevención de los riesgos en la salud laboral.

Las organizaciones sindicales y los trabajadores reciben del empleador una oportuna y adecuada información y capacitación preventiva en la tarea a desarrollar, con énfasis en lo potencialmente riesgoso para la vida y salud de los trabajadores y su familia.

Según Ley N° 19 587 sobre Higiene y Seguridad en el Trabajo

Las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo se ajustarán, en todo el territorio de la República, a las normas de la presente ley y de las reglamentaciones que en su consecuencia se dicten. Sus disposiciones se aplicarán a todos los establecimientos y explotaciones, persigan o no fines de lucro, cualesquiera sean la naturaleza económica de las actividades, el medio donde ellas se ejecuten, el carácter de los centros y puestos de trabajo y la índole de las maquinarias, elementos, dispositivos o procedimientos que se utilicen o adopten.

En todos los casos deberá instalarse como mínimo un matafuego cada 200 metros cuadrados de superficie a ser protegida. La máxima distancia a recorrer hasta el matafuego será de 20 metros.

b. Equipos de protección

Se determinó el análisis de riesgos para determinar el EPP (Equipo de Protección Personal) presentado en la siguiente tabla, haciendo uso de la Normatividad actual que exige el uso de Equipo de protección personal en los centros de trabajo.

Tabla 70: Riesgos en los puestos de trabajo

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN DE RIESGOS
Recepción, pesado	La moto furgón ingresa a la planta con residuos pasando por la balanza para su pesado.	Atropello, exposición a olores desagradables.
Tamizado 1	La moto furgón se ubica cerca a la zaranda-trituradora para que la materia prima pase por el proceso de cernido o triturado.	Atropello, chancadoras en las manos, exposición a malos olores, salpicaduras de partículas de material triturado, contacto con los residuos y ruidos.
Triturado		
Compostaje	Los operarios construyen la pila de compostaje o camellones, con la máquina de volteo se remueve el compost.	Exposición a vapores, malos olores, ruidos, salpicadura de partículas, atropellos, exposición al viento a la humedad el sol y ruidos.
Tamizado 2	En esta etapa el compost maduro se cierne en la máquina trituradora con una maya de 0,5 mm.	Exposición a salpicadura de partículas, atropellos, ruidos.
Envasado	En esta etapa el compost equilibrado se coloca en sacos de 50 kg y es cocido.	Exposición a salpicadura de partículas, atropellos, hincos por parte de la cosedora portátil.
Almacenamiento	Aquí los sacos de compost son apilados, hasta que el cliente venga a recogerlo.	Exposición a un peso mayor de 25 kg.

Una vez analizado los riesgos en los puestos de trabajos se procederá a establecer los equipos de seguridad (Equipos de Protección Personal).

Tabla 71: Equipos de protección personal

Tipo de Trabajo	EPP (Equipos de Protección Personal)
Pesado y recepción. Tamizado.1 Triturado. Compostaje. Tamizado 2. Envasado Almacenamiento	Botas de hule, overol, casco con tapa cuello, mascarillas, guantes de neopreno, orejeras, respirador, gafas y fajas para realizar esfuerzos

3.4.7. Recursos Humanos

3.4.3.1 Entorno socioeconómico

La necesidad de nuevos puestos de trabajo en el departamento es alta, como se mencionó en la sección 3.4.1.1. Macro localización, el índice de desempleo en

Cajamarca es de 2,3 % y un asalariado privado gana un promedio mensual de S/ 760,5 como se muestra en la Tabla 72.

En lo que respecta a cargos profesionales (administrativos) y técnicos no habría ningún problema pues se cuenta con universidades e institutos como para realizar una convocatoria a nivel distrital, en cuanto a cargos que requieren educación secundaria completa requerirían de una charla de inducción y posibles capacitaciones en sus funciones que van a desempeñar.

En general, el entorno regional es bastante propicio para la apertura de una empresa del rubro agroindustrial.

Tabla 72: Data de ingreso mensual por Departamento

Departamento	Ingreso (S/)
Madre de Dios	1 848,1
Moquegua	1 823,7
Provincia de Lima 1	1 674,7
Lima Provincias 2	1 620,2
Lima	1 608,2
Callao	1 494,5
Arequipa	1 429
Tacna	1 295,2
Ica	1 187,1
Tumbes	1 145,4
La Libertad	1 092,4
Cusco	1 081,2
Junín	1 044,7
Áncash	1 040,8
Loreto	1038
Ucayali	1 007,7
San Martín	967
Lambayeque	906
Piura	890
Puno	879,9
Huánuco	869,1
Pasco	866,1
Amazonas	857,6
Apurímac	841,6
Ayacucho	773,5
Cajamarca	760,5
Huancavelica	622,1

Fuente: INEI [32,] 2015.

3.4.3.2 Organigrama

La estructura organizacional de la planta de compostaje se ha diseñado mediante el modelo de Departamentalización funcional conocida también como Organizacional Funcional o de Taylor, donde se agrupan por cargos por el criterio de funciones, a la vez consiste en dividir el trabajo y establecer la especialización desde el gerente hasta el obrero. (Ver Figura 19).

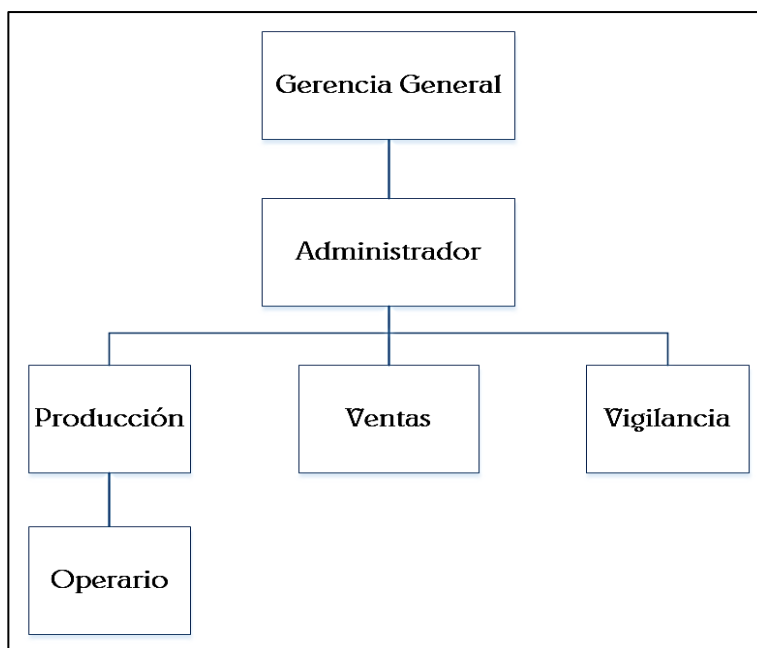


Figura 19: Propuesta de organigrama de Planta de compostaje

3.4.8. Cronograma de ejecución

La ejecución de la inversión total del proyecto tiene que programarse a fin de que las obras se ejecuten en el plazo previsto y el negocio entre en funcionamiento oportunamente.

Tabla 73: El calendario de inversiones se muestra en la planta de compostaje

CRONOGRAMA					
CALENDARIZACIÓN DE LA INVERSIÓN					
ACTIVIDADES	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Gestión de presupuesto					
Construcción de la planta					
Compra de equipos y herramientas					
Capacitación al personal					
Segregación de residuos					

El cronograma de capacitaciones esta detallado para que sean dictadas en dos etapas en los meses de enero y marzo por un miembro del DIGESA y MINAGRI.

Tabla 74: Cronograma de Capacitaciones

ACTIVIDADES	TEMAS		FECHAS
Primera etapa	<ul style="list-style-type: none"> - Seguridad ocupacional. - Manejo de ROU. - Enfermedades de transmisión respiratoria. 		11, 18 Y 25 de Agosto
Segunda etapa		<ul style="list-style-type: none"> - Hábitos de higiene. - Manipulación higiénica. - Control de plagas. 	01,08 Y 15 de September

3.4.9. Estudio de impacto ambiental

3.4.9.1. Descripción de las etapas del proyecto

- **Clasificación de residuos:** La clasificación de residuos se da en el momento en que estos son adquiridos para evitar que la materia orgánica contenga otro tipo de residuos ajenos a los que se usen para la elaboración de compost.
- **Tamizado y apilado:** Es la etapa donde por medio de mallas la materia prima se cierne para mezclarse homogéneamente en las pilas para su degradación controlada.
- **Reacción biológica en el proceso de compostaje:** En esta etapa de preparación se desarrollan tres procesos importantes en la generación del compost mesófila, termófila y maduración.
- **Acondicionamiento y almacenamiento:** El acondicionamiento consiste en colocar el compost terminado bajo techo, pasarlo por un proceso de tamizado y en seguida colocarlo en sacos de 50 kg, luego es almacenado bajo techo.
- **Distribución:** El compost será vendido en la misma planta por la facilidad de transporte.

3.4.9.2. Recursos a emplear

a. Materias primas e insumos

- Fracción Sólida Orgánica Recuperada (FOR) de los Residuos Sólidos Domiciliarios; Comerciales e Institucionales,
- Residuos de origen vegetal, provenientes de la gestión municipal de Podas, Barridos y Limpieza de áreas públicas; privadas y ferias vecinales.
- Agua.

b. Productos y subproductos elaborados

Producto Compost.

c. Equipos y maquinaria

Moto furgón, palas, rastrillos, mallas para cernir, plásticos, mangueras y baldes.

d. Abastecimiento de agua y energía

El consumo de agua es de acequia. Del drenaje de los terrenos de cultivo que quedan en la parte alta del lugar.

Un generador eléctrico alimentará de energía eléctrica a la máquina de volteo.

e. Manejo de residuos

Residuos plásticos de las mantas de plásticos con las cuales se tapa las pilas de residuo orgánico para que se genere la composta, con el transcurso del tiempo se pueden dañar o romper quedando inservibles para el proceso luego estas deberán ser almacenados para su debido reciclamiento.

3.4.9.3. Descripción del ambiente

a) Ambiente físico

- El ambiente donde se pretende desarrollar el proyecto de compostaje es árido no presenta vegetación abundante a 150 m. del lugar aproximadamente, en la parte baja se encuentra el cauce del río Chancay. A parte del río que pasa por la parte baja no hay presencia cercana al lugar de otro cuerpo de agua.
- Cuenta con un clima semi tropical con una temperatura aproximada entre los 17° - 23°.
- La topografía del terreno es accidentada con inclinación de 25° de inclinación promedio.
- Se encuentra ubicada a 1 300 msnm.
- En la zona donde se desea implantar el proyecto también funciona actualmente el botadero municipal de residuos.

b) Ambiente biológico

- fauna:

En el lugar se encuentra diversidades de aves silvestres como: la chilala, el pille, el chisco pardo, el chisco negro, el loro, el águila, el halcón, el búho y la lechuza.

- flora:

La flora del lugar que se piensa desarrollar la planta de compostaje no es tal variada, las plantas que se mantienen vivas durante todo el año son: el Faique, la Achupalla, la Tunga, la Penca Azul y pasto seco que enverdece solamente en temporada de lluvia.

c) Ambiente socio-económico y cultural

Catache cuenta con una población aproximada de 9 517 pobladores los cuales el 80% de ellos se dedican a las labores agrícolas y ganaderas, el resto son profesores, médicos, enfermeros y uno que otro de otras profesiones.

3.4.9.4. Identificación y evaluación de los impactos potenciales

a) Evaluación de los impactos (Metodología de evaluación)

- Método de Leopold.

En este proyecto se ha utilizado la Matriz de Leopold para identificar los impactos y su origen; a la vez permitirá estimar la importancia y magnitud de los impactos.

A continuación, en la Tabla 75 se muestra la Matriz Leopold de la planta compostera

Los resultados de la Matriz de Leopold indican que la actividad más nociva en la “Construcción de la planta compostera” con un valor -66 de magnitud y 52 de importancia en cambio la actividad favorable sería “Distribución de producto terminado” con un valor 5 de magnitud y 28 de importancia y para el caso de las variables ambientales la más afectada negativamente es “Mamíferos” con un puntaje de -57 de magnitud y 39 de importancia y la más afectada positivamente sería “Desarrollo social” con un puntaje de 55 de magnitud y 47 de importancia negativo; seguido de “Aves” con una magnitud de -55 y una importancia de 40; y “Gases” una magnitud de -22 y 39 de importancia.

Tabla 75: Desarrollo del Método de Leopold

Acciones		Etapas del Proceso										EVALUACIÓN	
		Recolección de Residuos Sólidos	Construcción de la Planta Compostera	Recepción Y pesado de Residuos.	Tamizado 1	Triturado	Compostaje	Tamizado 2	Envasado	Almacenaje	Distribución		
Medio Físico	Aire	Gases	-1/2	-6/2	-1/1	-4/5	-4/5	-5/8				-1/1	-22/24
		Material Particulado	-1/1	-5/5		-2/2	-1/1		-1/1	-1/1			-11/11
		Ruido	-3/2	-2/6		-3/1	-2/2	-3/3	-3/4	-1/2		-3/8	-20/28
		Olores Residuales	-2/1		-2/1	-2/2	-2/2	-3/2					-11/8
	Agua	Interf. Flujo de agua superficial		-6/3									-6/3
		Aguas subterráneas						-5/5					-5/5
		Volumen de agua		-6/3				-2/1					-8/4
		Lixiviados						-6/5					
	Suelo	Compactación del suelo		-5/3	-1/1	-1/1	-2/4	-3/4	-2/4				-14/17
		Erosión		-5/3									-5/3
Medio Biológico	Flora	Arboles		-1/1									-1/1
		Arbustos		-5/2									-5/2
		Hierbas		-6/2									-6/2
	Fauna	Aves	6/3	-5/2	-8/5	-8/5	-8/5	-8/5	-8/5	-8/5	-8/5	-8/5	-55/40
		Mamíferos	4/2	-5/2	-8/5	-8/5	-8/5	-8/5	-8/5	-8/5	-8/5	-8/5	-57/39
		Migraciones	5/4	-5/3	-4/4	-3/5	-2/6	-1/7	-1/8	-1/9	-2/10	-3/11	-17/67
		Paisaje	Cambio en la forma de relieve		-8/5								
Cambio en la estructura del pais	-5/2		-8/4									-13/6	
Medio Socioeconómico	Población	Densidad de población	10/1										10/1
		Empleo	2/3	3/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	21/30
		Salud	10/10	-1/2	-1/1	-1/2	-1/2	-2/2					4/19
	Economía	Actividad comercial	5/3									5/3	10/6
		Desarrollo local	5/5	10/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/2	55/47
Evaluación		35/39	-66/52	-18/26	-25/36	-23/40	-39/55	-16/35	-12/30	-11/28	5/28	-164/364	

b) Identificación y descripción de los impactos

- Impactos negativos

Lixiviación de aguas al sub suelo.

Impacto paisajístico, provocado por la construcción de la planta por emisión de gases material particulado.

Emisión de gases a la atmosfera CO₂ y CH₄.

- Impactos positivos

Reducción del impacto ambiental negativo provocado por el arrojado de residuos en el paisaje (de ejecución del proyecto), generados por el pueblo de Catache.

Producción de abono natural orgánico para el cultivo en la zona.

Reducción de muertes de animales silvestres por intoxicamiento y asfixia.

Empleo

Reducción de riesgo a adquirir enfermedades.

3.5. Análisis Costo - Beneficio

Este objetivo tiene como finalidad el análisis costo/beneficio para las mejoras propuestas, en donde se considerarán variables cualitativas y cuantitativas. Para ambas propuestas de inversión en la construcción, equipos, materiales, herramientas, instrumentos de medición, entre otros.

A continuación se detallan las inversiones e ingresos para las propuestas de implementación de la planta compostera.

3.5.1. Inversiones para la implementación

La determinación de la inversión se realiza considerando seis aspectos importantes como: Infraestructura Costos de instalación de la planta compostera, equipos para la el proceso de compostaje, herramientas necesarias en la planta de compostaje, instrumentos de análisis y monitoreo, indumentaria y equipos de protección, personal de trabajo, cursos de capacitaciones, útiles de oficina, inversión en contratación de operarios.

3.5.1.1. Requerimiento de mobiliario y equipos de escritorio

En esta sección se analizó el tipo de mobiliario y equipos que se deben considerar para la implementación del área, así como también algunos gastos de administración que son frecuentes en toda oficina que permite llevar a cabo sus funciones del personal encargado del área ver Tabla 76.

Tabla 76: Costos de mobiliario y equipos de oficina

Descripción	Cantidad (anual)		Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Compostaje				
Mobiliario				
Escritorio	1	Unidades	380	380
Sillón ejecutivo	1	Unidades	220	220
Silla para recepción	4	Unidades	60	240
Estante	1	Unidades	130	130
SUB TOTAL				970
Equipos de oficina				
Laptop	1	Unidades	2300	2300
Impresora multifuncional tinta continua	1	Unidades	670	670
				0
SUB TOTAL				2970
Gatos varios de administración				
Papel Bond A4	12	Millar	20	240
Lapiceros	4	Docena	28	112
Archivadores	10	Unidad	4.5	45
Tintas para impresión	10	Pomo	25	250
Otros				0
SUB TOTAL				647
TOTAL				4 587

En la Tabla 76, se muestra la inversión en mobiliario a realizarse en la Planta compostera; esta inversión tiene un total de S/. 4 587,00.

3.5.1.2. Equipos y herramientas de trabajo

En la Tabla 77 y 78 se muestra la inversión de equipos y herramientas a realizarse para el funcionamiento de la planta compostera y programa de segregación en la fuente; se puede observar que se ha considerado a detalle lo usado en la instalación de la planta; esta inversión tiene un total de S/. 83 709,60.

Tabla 77: Costo de equipos para compostaje

Descripción	Cantidad (anual)		Costo Unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Maquinaria e instrumentos de medición para compostaje y recolección.				
Moto furgón marca Zongzhen modelo ZS250CM	2	Unidad	10 150	20 300
Máquina de volteo de compost	1	Unidad	17 000	17 000
Generador eléctrico	1	Unidad	2 100	2 100
Trituradora	1	Unidad	13 800	13 800
Analizador de oxígeno	1	Unidad	800	800
Medidor de temperatura, humedad y pH.	1	Unidad	1 200	1 200
Cerradora portátil de bolsas	1	Unidad	750	750
SUB TOTAL				55 950
Gastos de maquinaria				
Combustible para la moto	384	Galón	12.4	4 761.6
Mantenimiento y/o reparaciones para la moto	12	Veces	200	2 400
Mantenimiento y/o reparaciones para la trituradora	13	Veces	201	2 613
Mantenimiento y/o reparaciones	14	Veces	202	2 828
SUB TOTAL				12 602.6
TOTAL				68 552.6

Tabla 78: Herramientas que se usarán en la planta compostera y programa de segregación en la fuente

Descripción	Cantidad (anual)		Costo Unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Compostaje				
Lampas	8	Unidades	28	224
Rastrillos	8	Unidades	34	272
Picotas	8	Unidades	35	280
Palas	8	Unidades	28	224
Caja de herramientas	1	Unidades	1 200	1 200
Mangueras (m)	300	Unidades	4.5	1 350
Mantas de plástico (m)	600	Unidades	5	3 000
Carretillas	4	Unidades	120	480
Zarandas	6	Unidades	200	1 200
SUB TOTAL				776
Segregación				
Bolsas plásticas negras (40 litros a distribuir en 316 viviendas; sólo por dos meses).	3	Millar	110	330
Sticker para las bolsas	3 000	Unidades	0.15	450
Cintas adhesivas con logos del programa	72	Rollo	10	720
SUB TOTAL				1 500
Campaña de sensibilización ambiental				
Afiches	200	Unidad	0.98	196
Trípticos	1	Millar	240	240
Merchandising pulseras	1000	Unidad	1.5	1 500
Sticker para viviendas	500	Unidad	0.36	180
Anuncios radiales	6	Mensual	300	1 800
SUB TOTAL				3 480
Almacenamiento				
Papeleras de 50 litros cada una	4	Unidad	650	2 600
Contenedores de 120 litros para espacios públicos	5	Unidad	950	4 750
Instalación de papeleras y contenedores	9	-	18	162
SUB TOTAL				7 512
Servicio de barrido				
Contenedor de polietileno de alta densidad con rueda de 120 litros	4	Unidad	300	1 200
Escobilló	6	Unidad	23	138
Escoba de paja	6	Unidad	11.5	69
Recogedor metálico	6	Unidad	22	132
Bolsas plásticas de 120 litros	1	Millar	350	350
SUB TOTAL				1 889
TOTAL				15 157

3.5.1.3. Inversión en vestimenta y EPP

Los trabajadores deben portar los equipos de protección personal e indumentaria adecuados para realizar su trabajo, ya que se debe mantenerse protegidos con sus respectivos equipos de protección personal por el tipo de residuo que se maneja, en la Tabla 80 se muestran los costos de inversión de EPP y vestimenta.

En la tablas siguientes, se realizó una lista de equipos de protección personal e indumentaria así como exámenes médicos (según Tabla 79) necesario para que los trabajadores desarrollen sus oficios en la planta compostera, los cuales representan un total de S/ 7 070,00; y una inversión en exámenes médicos que asciende a S/ 6 000,00.

Tabla 79: Inversión en exámenes médicos

Descripción	Cantidad (anual)		Costo Unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Exámenes médicos ocupacionales				
Realizar exámenes médicos ocupacionales para el personal encargado del manejo de los residuos solidos	12	persona	500	6 000
SUB TOTAL				6 000
TOTAL				6 000

Tabla 80: Indumentaria y equipos de protección personal de trabajo

Descripción	Cantidad (anual)		Costo Unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Compostaje				
Uniforme o mameluco	5	Unidad	70	350
Polos	5	Unidad	25	125
Gorros	5	Unidad	6	30
Credenciales para los recicladores	5	Unidad	5	25
Mascarilla simple con filtro	5	Unidad	34	170
Guantes de cuero	5	Par	13	65
Lentes de seguridad	5	Unidad	26	130
Zapatos	5	Par	60	300
SUB TOTAL				1 195
Segregación				
Uniforme o mameluco	5	Unidad	70	350
Polos	5	Unidad	25	125
Gorros	5	Unidad	6	30
Credenciales para los recicladores	5	Unidad	5	25
Mascarilla simple con filtro	5	Unidad	34	170
Guantes de cuero	5	Par	13	65
Lentes de seguridad	5	Unidad	26	130
Zapatos	5	Par	60	300
SUB TOTAL				1 195
Servicio de barrido (03 operarios)				
Uniforme o mameluco	12	Unidad	70	840
Polos	12	Unidad	25	300
Gorros	12	Unidad	6	72
Mascarilla simple con filtro	12	Unidad	34	408
Guantes de cuero	12	Par	13	156
Lentes de seguridad	12	Unidad	26	312
Zapatos	12	Par	60	720
SUB TOTAL				2 808
Recolección y transporte (02 operario)				
Uniforme o mameluco	8	Unidad	70	560
Polos	8	Unidad	25	200
Gorros	8	Unidad	6	48
Mascarilla simple con filtro	8	Unidad	34	272
Guantes de cuero	8	Par	13	104
Lentes de seguridad	8	Unidad	26	208
Zapatos	8	Par	60	480
SUB TOTAL				1 872
TOTAL				7 070

3.5.1.4. Inversión en capacitaciones

Los operarios deben formarse e instruirse en los temas relacionados a las mejoras que se aplicarán, es por ello que en la Tabla 81 se plasmarán los costos de inversión de dichas capacitaciones.

Tabla 81: Inversión de capacitaciones

Descripción	Cantidad (anual)		Costo Unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Grupos metas				
Grupo meta 1	16	Horas	50	800
Grupo meta 2	15	Horas	50	750
Grupo meta 3	8	Horas	50	400
SUB TOTAL				1 950
Compostaje				
Manipulación higiénica	8	Horas	50	400
Hábitos de higiene	4	Horas	50	200
Enfermedades de transmisión respiratoria	4	Horas	50	200
Control de plagas	8	Horas	50	400
Seguridad ocupacional	16	Horas	50	800
Manejo seguro de RSU.	4	Horas	50	200
SUB TOTAL				800
Materiales				
Papel bond	2	millares	20	40
Tinta para impresora	4	Pomo	25	100
otros				0
SUB TOTAL				140
TOTAL				2 890

En la Tabla 81, se muestra las capacitaciones consideradas a dictarse para los operarios de la planta compostera, estas capacitaciones representan un total de S/ 2 890,00

3.5.1.5. Inversión en contratación de nuevos operarios

En la Tabla 82 se presentan los costos de inversión en contratación de nuevos operarios, los cuales tienen una inversión total de S/ 224 220,00.

Tabla 82: Inversión en contratación de personal

Descripción	Cantidad	Sueldo mensual (S/.)	Beneficios (51%) (S/.)	Sueldo + beneficios (S/.)	Sueldo anual (S/.)
Oficina					
Jefe de área	1	1 200	1 275	2 475	29 700
Supervisor de actividades	1	1 100	765	1 865	22 380
SUB TOTAL					52 080
Servicio de limpieza pública					
Barredores	3	950	484.5	1 434.5	51 642
Obreros de recolección	2	950	484.5	1 434.5	34 428
Chofer para la recolección de residuos sólidos	1	950	484.5	1 434.5	17 214
SUB TOTAL					103 284
Planta compostera					
Operario de máquinas	1	950	484.5	1 434.5	17 214
Obreros.	2	950	484.5	1 434.5	34 428
Chofer para la recolección de residuos sólidos	1	950	484.5	1 434.5	17 214
SUB TOTAL					68 856
TOTAL					224 220

3.5.1.6. Inversión total

A continuación, en la Tabla 83, se muestra un cuadro resumen con la inversión total la cual representa S/ 383 476,6.

Tabla 83: Inversión total

Ítems	Descripción	Costo total (S/.)
A	Mobiliario y equipos para el área de gestión ambiental	4 587
B	Personal contratado	224 220
C	Adquisición de maquinaria	68 552,60
D	Materiales y equipos para las etapas de compostaje, segregación, almacenamiento y servicio de barrido.	15 157
E	Indumentaria y equipos de protección personal	7 070
F	Realizar exámenes médicos ocupacionales	6 000
G	Capacitaciones para los grupos designados	2 890
H	Infraestructura de la planta compostera	55 000
TOTAL		383 476,60

3.5.2. Ingresos

Para este análisis se tomó en cuenta tres (3) aspectos importantes: los costes evitados para cuantificar el beneficio cualitativo de sanciones por no cumplir con el Decreto Supremo N°057-2004-PCM, Ley General de Residuos Sólidos N° 27314, sanciones por el inadecuado manejo de residuos que generan riesgos a la salud pública y ambiente, y por último la salud de pobladores.

3.5.2.1. Sanciones y multas por incumplir el Reglamento de Residuos Sólidos

Este análisis se realizó en base a los pagos por multas e infracciones a los ítems establecidos en el D.S. N°057-2004-PCM titulado “Ley General de Residuos Sólidos N° 27314”.

De acuerdo al análisis de las infracciones, se aprecia que existe diferente valor para cada incumplimiento, los cuales varían entre 3% y 121% conforme a las unidades impositivas tributarias (UIT), este último tiene un valor de S/. 3 950,00. Por tal motivo, en la Tabla 84 se observa el pago que la Municipalidad debería hacer por los incumplimientos detectados, el cual asciende a un total de S/. 756 000,00.

3.5.2.2. Sanciones por inadecuado manejo de residuos

La autoridad ambiental del sector agrario, sanciona ante cualquier infracción a las disposiciones contenidas en el reglamento de manejo de residuos sólidos del sector agrario – Ley N°27314-Decreto supremo N°016-2012-AG. Dentro de todas las infracciones que tiene la norma, las que la Municipalidad incumple son:

- Negligencia en el manejo, mantenimiento, funcionamiento y control de actividades de residuos.
- Abandono y mala disposición o eliminación de los residuos en lugares no permitidos como es el caso del botadero que se encuentra sobre la ribera del río.
- Peligro en la salud humana o de ecosistemas frágiles

Para efectos de la aplicación de las sanciones, la autoridad ambiental del sector agrario deberá tener en cuenta si el infractor por la acción u omisión al presente reglamento, tuvo conocimiento de la gravedad de los hechos y su condición de reincidente, si fuera el caso, también la evaluación de posibles daños y perjuicios a terceros o a los bienes públicos o privados.

Para evaluar el costo de infracciones de las faltas anteriormente mencionadas, se procedió a evaluar el grado de levedad de éstos de acuerdo a lo que dice la norma.

A continuación en la tabla N° 84, se presenta las pérdidas por pagos de multas:

Tabla 84: Sanciones y multas por inadecuado manejo y disposición de residuos

NIVEL DE IMPACTO	TIPO DE INFRACCIÓN	MULTA	TOTAL (S/.)
LEVE	Negligencia en el mantenimiento, funcionamiento y control de actividades de residuos.	0,5 – 20 UIT	210 000
		21 – 50 UIT (En caso sean residuos peligrosos)	
GRAVE	Abandono, disposición o eliminación de los residuos en lugares no permitidos.	21 – 50 UIT	210 000
	Falta de rotulado en los recipientes o contenedores donde se almacenan los residuos sólidos, así como la ausencia de señalizaciones en las instalaciones de manejo de residuos.	51 -100 UIT (En caso de ser residuos peligrosos)	336 000
TOTAL			756 000

Fuente: Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario – Ley N°27314- Decreto Supremo N°016-2012-AG

3.5.3. Relación costo beneficio

La relación costo beneficio es mayor a 1, lo cual indica que el proyecto es económicamente rentable, mediante la siguiente fórmula se presenta la relación beneficio costo del trabajo de investigación.

$$\text{Relacion costo beneficio} = \frac{\text{beneficio}}{\text{costo}}$$

$$\text{Relacion costo beneficio} = \frac{S/ 756 000,0}{S/ 196 626,6}$$

$$\text{Relacion costo beneficio} = 2,84$$

Se puede observar que el indicador es mayor a 1, lo que significa que además de recuperar la inversión se obtuvo ganancia extra. Por tanto, este indicador quiere decir que por cada sol invertido en la “Propuesta de implementación de una planta compostera”, dicho sol fue recuperado, así como también se obtuvo una ganancia extra de S/ 1,84.

Tabla 85: Sanciones y multas por inadecuado manejo y disposición de residuos

Año		2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026	2 027	2 028	2 029
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10
Costo (costos totales)		196 626,6	253 429,6	253 429,6	263 579,6	253 429,6	253 429,6	263 580,6	253 429,6	253 429,6	253 429,6	253 429,6
A	Requerimiento de mobiliario	970										
	Requerimiento de equipos de oficina	2970										
	Gastos diversos de administración	647	647	647	647	647	647	647	647	647	647	647
B	Personal contratado	37 370	224 220	224 220	224 220	224 220	224 220	224 220	224 220	224 220	224 220	224 220
C	Comprar dos moto furgón	20 300			10150			10151				
	Máquina de volteo de compost	17 000										
	Generador eléctrico	2 100										
	Trituradora	13 800										
	Instrumentos de medición	2750										
	Otros gastos de mantenimiento de maquinaria	12 602,6	12 602,6	12 602,6	12 602,6	12 602,6	12 602,6	12 602,6	12 602,6	12 602,6	12 602,6	12 602,6
D	Materiales para el proceso de compostaje	776										
	Materiales para programa de segregación	1 500										
	Campaña de sensibilización ambiental	3 480										
	Materiales para almacenamiento	7 512										
	Materiales para servicio de barrido	1 889										
E	Indumentaria y EPP para compostaje	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195
	Indumentaria y EPP para segregación	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195	1 195
	Indumentaria y EEP para servicio de barrido	2 808	2 808	2 808	2 808	2 808	2 808	2 808	2 808	2 808	2 808	2 808
	Indumentaria y EEP para recolección y transporte	1 872	1 872	1 872	1 872	1 872	1 872	1 872	1 872	1 872	1 872	1 872
F	Exámenes médicos ocupacionales	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
G	Capacitación al personal para segregación	1 950	1 950	1 950	1 950	1 950	1 950	1 950	1 950	1 950	1 950	1 950
	Capacitación al personal para compostaje	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
	Materiales utilizados en el proceso de capacitación	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
H	Infraestructura de la planta compostera	55 000										
Ahorro (beneficios netos)			130 047	130 047	119 897	130 047	130 047	119 896	130 047	130 047	130 047	130 047
Beneficio económico de la venta de compost			183 478,69	192 505,67	201 457,53	210 271,30	219 294,92	228 233,40	237 043,88	246 064,13	254 989,23	262 957,64
Multa por negligencia en el mantenimiento, funcionamiento y control de actividades de residuos		210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
Multa por abandono, disposición o eliminación de los residuos en lugares no permitidos.		210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
Multa por falta de rotulado en los recipientes o contenedores donde se almacenan los residuos sólidos, así como la ausencia de señalizaciones en las instalaciones de manejo de residuos.		336 000	336 000	336 000	336 000	336 000	336 000	336 000	336 000	336 000	336 000	336 000
Beneficio		756 000,00	939 478,69	948 505,67	957 457,53	966 271,30	975 294,92	984 233,40	993 043,88	1 002 064,13	1 010 989,23	1 018 957,64
Recuperación de inversión inicial		559 373,40	686 049,09	695 076,07	693 877,93	712 841,70	721 865,32	720 652,80	739 614,28	748 634,53	757 559,63	765 528,04
Costo beneficio		2,84	2,71	2,74	2,63	2,81	2,85	2,73	2,92	2,95	2,99	3,02

3.5.4. Relación costo beneficio ambiental y social

Los beneficios ambientales y culturales están relacionados a las acciones y efectos que tendrá el proyecto en cuanto al impacto social ambiental, de ante mano cabe resaltar que la planta compostera se encontrará a 2 km de la ciudad, para relacionar y relacionar el costo beneficio se basó en el método Leopold realizado en la Tabla 75; a continuación en la tabla N° 87 se hace la relación de costo beneficio ambiental y en la Tabla 86 el social.

Tabla 86: Relación del costo - beneficio ambiental

Componente	Ambiental	
	Beneficio	Costo
Plan de recolección de residuos solidos	Evita que los residuos sean arrojados a las quebradas, huertos y acequias.	<ul style="list-style-type: none"> - Emisión de gases por uso de la moto furgón. - Emisión de ruido por la bocina de la moto. - Emisión de malos olores.
Instalación de la planta compostera	Permitirá procesar los residuos orgánicos municipales y convertirlos en compost.	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio del paisaje. - Cambio de la topografía del terreno. - Emisión de gases de la maquinaria.
Proceso de conversión del RSO en compost	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuye la contaminación por residuos sólidos en un 60%. Evita la contaminación del río Chancay. - Evita que se propague gases y olores al medio ambiente por descomposición del residuo. - Evita la contaminación del sub suelo por lixiviados ácidos producto de la deshidratación de la materia orgánica. - Evita la muerte de especies por ingerir alimentos descompuestos. disminuirá producción de plagas (moscas, ratas). 	<p>Emisión de gases, producto de la combustión de los motores del generado durante el uso de la máquina de volteo; de la trituradora y la moto furgón.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emisión de malos olores en el momento del apilamiento. - Emisión de ruidos producto del trabajo de las máquinas.
Producto	Es amigable al medio ambiente mejora las cualidades orgánicas de la tierra, evita y disminuye el consumo de fertilizante químicos que degrada el terreno de cultivo.	

Tabla 87: Relación del Costo - Beneficio Social

Proceso	Social	
	Beneficio	Costo
Recolección de residuos	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora la calidad de vida de los ciudadanos. - Genera puestos de trabajo. 	Sensibilizar a la población. Colaboración de los ciudadanos para segregar de acuerdo al plan.
Instalación de la planta compostera	Genera puestos de trabajo	Exposición del personal a ruidos, gases, malos olores, humedad y polvo.
Producción de compost	Genera puestos de trabajo.	Exposición del personal a ruidos, gases, malos olores, humedad y polvo.

IV. CONCLUSIONES

- La demanda de compost en la región Cajamarca para el año 2019 es 2 154 214 t, mientras en el Distrito de Catache es 49 040 t de los que tan solo 1 040 t corresponde a la demanda de la Asociación Chontaloma. La producción de residuos orgánicos obtenidos en el Distrito de Catache corresponde a 276 t anuales las que producirán 209,9 t de compost; según el balance de la oferta de la planta compostera y la demanda de la asociación Chontaloma a quien se le venderá el producto, se tiene una demanda insatisfecha de 830 t.
- De los residuos sólidos orgánicos generados en el Distrito de Catache el 61% corresponden a materia orgánica del hogar sin presencia de grasas el 29,49% corresponde a estiércol; y el 9,27% restos de madera y follaje, con una relación Carbono Nitrógeno de 14,09 y 65% de humedad.
- La propuesta del manejo de residuos, incluye el programa de segregación en la fuente y la recolección efectiva en la fuente, así como el recorrido de recolección de residuos bajo el método de vereda o acera.
- La planta compostera estará ubicada en el kilómetro 29 carretera Cumbil – Santa Cruz, tiene una capacidad máxima de según 280 t/año el tamaño – tecnología, pero solo tiene una capacidad de producción de 209,9 t/año; restringida por la materia prima.
- El costo de inversión del proyecto asciende a S/ 196 626,6 y un beneficio de S/ 756 000 la misma que será financiada en su totalidad por la Municipalidad Distrital de Catache y mediante, la evaluación del costo beneficio arrojó un valor de 2,84; lo que quiere decir que además de recuperar lo invertido se obtiene una ganancia de S/. 1,84.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] OEFA. “Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de Gestión Municipal Provincial”. 2013.
- [2] Román, Pilar, María Martínez, y Alberto Pantoja, Manual de Compostaje del Agricultor, Experiencias en América Latina, Chile 2013, <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>,
- [3] Instituto Nacional de Estadística e Informática. “Perú: Estimaciones y proyecciones de población por sexo, según departamento, provincia y distrito, 2000-2015” Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0842/libro.pdf>. [Accedido: 14-Dic-2018)]
- [4] Agencia Agraria Santa Cruz. Producción agrícola, pecuaria, minera y comercial del Distrito Santa Cruz. Cajamarca: Dirección Regional de Agricultura. 2016.
- [5] Castañeda, S. y Rodríguez, J. "Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia", Colombia. Rev. Univ. Salud. 2017; 19(1):116-125, Accedido el 12 de Febrero. DOI: <http://dx.doi.org/10.22267/rus.171901.75>
- [6] Soto, R. et al. “Composting of biowaste: Research trends and relevance in developing countries”, Colombia 2017. Rev. Univ. Nacional de Colombia, Accedido el 25 Octubre del 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v84n203.61549>.
- [7] Hernández, M. et al. “Crecimiento microbiano en pilas de compostaje de residuos orgánicos y biosólidos después de la aireación”, Mexico 2017. Rev. Universidad Central de Mexico .Accedido 2 de Agosto 2017. Disponible en: <http://centroazucar.uclv.edu.cu>
- [8] Quispe, M. “El valor potencial de los residuos sólidos orgánicos, rurales y urbanos para la sostenibilidad de la agricultura”, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol., 6 Núm., 1: 83-95, Accedido en Febrero 14,2015, Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-9342015000100008&script=sci_arttext22.
- [9] Muñoz, J, Dorado, J y Pérez, E, 2015, "Sistema de compostaje y lombricompostaje aplicado en residuos orgánicos de una Galería Municipal", suelos Ecuatoriales 45(2): 72-87, Accedido en Febrero 12. Disponible en: http://unicauca.edu.co/revistas/index.php/suelos_ecuatoriales/article/view/20
- [10] Paniagua, María, Giraldo, E. y Castro, L. Manual Para el Manejo de Residuos Sólidos. 2011. Disponible en: http://www.ambientalex.info/guias/Guia_manejo_residuos_sp.pdf

- [11] Xavier, Elías., *Reciclaje de Residuos Industriales, Residuos Urbanos y Fangos de Depuradora*, Segunda Edición. España. 2012.
- [12] Tchobanoglous, George, Hilary Theissen y Rolf Eliassen, 1982, *DESECHOS SÓLIDOS PRINCIPIOS DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN*, Venezuela: Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, Disponible en:
<http://www.bvsde.paho.org/acrobat/desechos.pdf>.
- [13] Congreso de la República. “Aprueba el Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos” [En línea] Disponible en:
http://www.minsa.gob.pe/dgsp/observatorio/documentos/infecciones/DS057_2004_r_eglam_Residuos%20S%C3%B3lidos.pdf. [Accedido: 25 de abril del 2017]
- [14] OEFA Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.. *Fiscalización ambiental en Residuos Sólidos de Gestión Municipal Provincial*. Lima 2015:
- [15] Jimenes, Nancy. “La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad”, *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* N.º 17, marzo 2015, pp. 29-56. DOI: 10.17141/letrasverdes.17.2015.1419revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/index
- [16] Moreno, Joaquín y Moran, R. *Compostaje*, Editores Mundi Prensa, Madrid 2008.
- [17] Sztern, Daniel. *Manual Para la Elaboración de Compost*. Ministerio de Ambiente-Uruguay 1999. <http://www.ingenieroambiental.com/newinformes/compost.pdf>
- [18] Rodríguez, A y Córdova, A. *Manual de Compostaje Municipal Tratamiento de residuos Orgánicos*, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México 2006.
- [19] Norma Técnica Colombiana 5167. *Productos Orgánicos Usados Como Abono y Fertilizante Enmiendas de Suelo*. Editada 2004-06-15.
- [20] Picado, Jaime y Añasco Alfredo. *Preparación u Uso de Abonos Orgánicos Sólidos y Líquidos*. CEDECO, Serie Agricultura Orgánica N°7. Puerto Rico. 2005.
- [21] Cerdas, María. 2003, *Manual Práctico Para la Producción, Pos Cosecha del Cultivo de Granadilla* Costa Rica. http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-granadilla.pdf.
- [22] Agencia Agraria Santa Cruz. 2019. *Producción agrícola, pecuaria, minera y comercial del Distrito Santa Cruz*, Dirección Regional de Agricultura.
- [23] Municipalidad de Distrital de Catache. *Caracterización de residuos sólidos* 2015. Departamento de Medio Ambiente. 2015.
- [24] Ardila, Jeyme, Jonathan Córdoba, Guillermo Silva y Yolanda López, "Descomposición de residuos orgánicos en pacas: aspectos fisicoquímicos, biológicos, ambientales y

sanitarios", Vol,10, N° 2: 38-52, Artículo aprobado: 11/12/2015, Disponible en: http://www.scielo.org/co/scielo.php?pid=S1909-04552015000200005&script=sci_abstract&tlng=es

- [25] FAO 2013. Manual de compostaje del Agricultor Experiencias en América Latina.
- [26] MINAM, 2015. Guía Metodológica para Implementar un Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Efectiva de Residuos Sólidos Municipales. Perú.
- [27] Ministerio del Ambiente. “Guía Metodológica para el Desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos” Publicación MINAM. [En línea] Disponible en: <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302183324.pdf> [Accedido: 10 de octubre de 2016]
- [28] INEI. “Cajamarca es el departamento con mayor extrema pobreza del Perú, según el INEI” El blog de INEI, 22 de abril del 2016. <http://gestion.pe/economia/cajamarca-departamento-mayor-extrema-pobreza-peru-segun-inei-2159183>
- [29] Norma Técnica Peruana, NTP 900.058 2005. Código de colores para dispositivos de almacenamiento de residuos.2005.
- [30] Congreso de la República. “Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314” MINAM. [En línea] Disponible en: http://www.upch.edu.pe/faest/images/stories/upcyd/sgc-sae/normas-sae/Ley_27314_Ley_General_de_Residuos_Solidos.pdf
- [31] Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). Gestión de Residuos Sólidos en Municipalidades. 2015.
- [32] Instituto Nacional de Estadística e Informática. Municipalidades que informaron sobre el destino final de los residuos sólidos recolectados, según departamento, 2014-2015. Publicación INEI. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/solid-waste> [En línea] [Accedido: 10 de mayo de 2017]
- [33] Chepote, Jorge. “Precios de terrenos” El blog de Chepote – Arista, 10 de septiembre del 2012. <http://gestion.pe/economia/ahora-precios-terrenos-agricolas-llegan-hasta-us-80000-hectarea-2011952>.
- [34] Prado, Alfredo.”El agua más cara para el agro se paga en Piura, La Libertad e Ica” El blog de Prado, 10 de Noviembre del 2010. <http://gestion.pe/noticia/645993/agua-mas-cara-agro-se-paga-piura-libertad-ica>.
- [35] Castro, David. “Metales pesados en dieta de poblaciones rurales en Cajamarca” El blog de Castro, 10 de Julio del 2014. <http://elcomercio.pe/blog/expresiongenetica/2014/07/metales-pesados-dieta-cajamarca>.
- [36] Diaz, Bertha, et al. Disposición de Planta. Lima – Perú. 2005. Disponible en: <http://www.librosperuanos.com/libros/detalle/8168/Disposicion-de-planta>.

VI. ANEXOS

ANEXO 1: Cálculo de la demanda insatisfecha proyectada

Para la determinación de las proyecciones correspondientes se utilizará la herramienta de regresión lineal, ya que la data histórica de esta demanda se presenta de forma creciente, sin fluctuaciones o picos sobresalientes en el tiempo, por lo que dicho método es el más correcto para este tipo de casos. Y se presenta de esta manera:

Ecuación: $y = a + bx$

$$a = \frac{(\sum x^2)(\sum y) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$R = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{(\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2})(\sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2})}$$

Siendo:

y = variable dependiente (cantidad final hallada)

x = variable independiente (el número de año objeto de proyección)

a = intersección con el eje y.

b = pendiente de la línea de regresión

R = Factor de correlación (relación lineal entre 2 variables)

Se procederá a realizar la siguiente secuencia metodológica:

1° Determinar la demanda histórica a analizar para delimitar los períodos de proyección.

2° Hallar la ecuación general que regirá los patrones de proyección de la demanda en los próximos períodos de tiempo.

3° Aplicar los datos históricos a la ecuación de gobierno de las proyecciones para obtener las proyecciones de los próximos años, respecto a los años bases tomados en la información histórica.

ANEXO 2: Cálculo de los precios de abono orgánico proyectados

Para la determinación de las proyecciones correspondientes se utilizará la herramienta de regresión lineal, ya que la data histórica de los precios se presenta de forma creciente, al igual que para el cálculo de la demanda insatisfecha, y se presenta de esta manera:

$$\text{Ecuación: } y = a + bx$$

$$a = \frac{(\sum x^2)(\sum y) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$R = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{(\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2})(\sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2})}$$

Siendo:

y = variable dependiente (cantidad final hallada)

x = variable independiente (el número de año objeto de proyección)

a = intersección con el eje y.

b = pendiente de la línea de regresión

R = Factor de correlación (relación lineal entre 2 variables)

Se procederá a realizar la siguiente secuencia metodológica:

1° Determinar el precio histórico a analizar para delimitar los períodos de proyección.

2° Hallar la ecuación general que regirá los patrones de proyección del precio en los próximos períodos de tiempo.

3° Aplicar los datos históricos a la ecuación de gobierno de las proyecciones para obtener las proyecciones de los próximos años, respecto a los años bases tomados en la información histórica.

ANEXO 3: Cálculo del área de compostaje

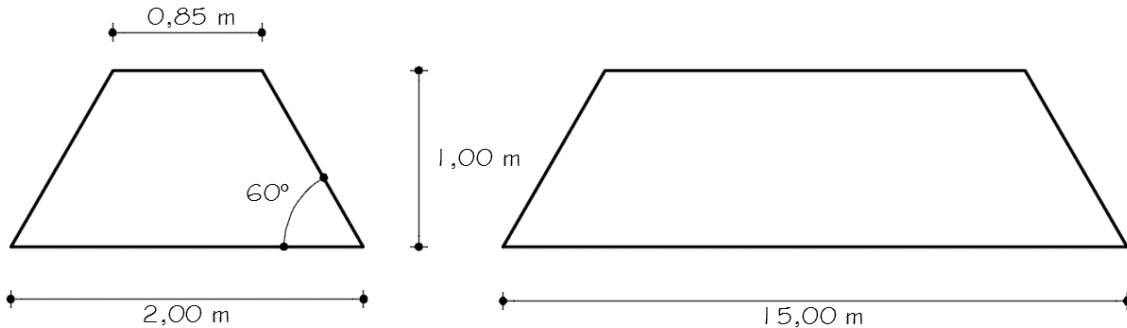


Figura 20: Sección de la pila de compostaje.

En la tabla anterior, se hace una aproximación teniendo en cuenta las cantidades de entrada de materia prima y las densidades de cada una, para calcular el tamaño que debe tener una pila de compost. Al ser cantidades diarias se consideró, como ya se dijo, formar una pila diaria con estos residuos. Ésta con un ancho de 2 m, una altura de 1 m y una longitud de 15 m.

Luego, considerando que el proceso de compostaje dura aproximadamente 3 meses (90 días), se tendrían 60 pilas similares a la anterior antes calculada, separadas entre sí por una distancia de 3 m, suficiente para permitir las actividades de la maquinaria.

Otro detalle a considerar es la distancia que debe haber entre las pilas y las paredes que limitan la planta (pared perimétrica), ésta debe ser de 6 m.

Como resultado de lo explicado, se tuvo inicialmente un área de compostaje de dimensiones que a continuación se detallan.

$L = \text{Largo}$

$k = \text{Largo de pila}$

$M = \text{Separación de pared perimétrica}$

$N = \text{Ancho del pasillo principal}$

$$\text{Largo} = 2 * k + 2 * M + N$$

$$\text{Largo} = 2 * 15 + 2 * 5 + 5$$

$$\text{Largo} = 45,00 \text{ m}$$

$A = \text{Ancho}$

$O = \text{Número de pilas}$

$P = \text{Ancho de pila}$

$Q = \text{Separación entre pilas}$

$R = \text{Separación de pared perimétrica}$

$$A = \frac{O * P}{2} + \left(\frac{O}{2} - 1\right) * Q + 2 * R$$

$$A = \frac{20 * 2}{2} + \left(\frac{20}{2} - 1\right) * 3 + 2 * 5$$

$$A = 20 + 9 * 3 + 10$$

$$A = 57 m$$

$$\text{Área de Compostaje} = \text{Largo}' * \text{Ancho}'$$

$$\text{Área de Compostaje} = 45m * 57m$$

$$\text{Área de Compostaje} = 2\,565 m^2$$

Área de la Planta de Compostaje

= Área de Compostaje + Área de oficinas y máquinas + Área de acondicionamiento

$$\text{Área de la Planta de Compostaje} = 2\,565 m^2 + 168 m^2 + 304,5 m^2$$

$$\text{Área de la Planta de Compostaje} = 3\,037,5 m^2$$

Cálculo el cual da como resultado la aproximación para el área de compostaje mostrada en la Figura 15.

ANEXO 4: Caracterización de RSU de agosto del 2015

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 31/08/2015	
EQUIPO DE MUESTREO:	Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2011 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
Materia orgánica sin presencia de aceites.	644,87	4 514,10	55,52%	0,32	18 056,40
Materia orgánica con presencia de aceites y grasas	50,33	352,32	4,33%	0,03	1 409,28
Madera follaje	111,15	778,04	9,57%	0,06	3 112,16
Papel blanco	4,19	29,36	0,36%	0,002	117,44
Papel color	19,92	139,46	1,72%	0,01	557,84
Papel periódico	12,58	88,08	1,08%	0,01	352,32
Cartón	46,14	322,96	3,97%	0,02	1 291,84
Polímero PET	24,12	168,82	2,08%	0,01	675,28
Polímero blando (bolsas)	24,12	168,82	2,08%	0,01	675,28
Polímero duro (tinajas, jarros,	24,12	168,82	2,08%	0,01	675,28
PVC	18,87	132,12	1,62%	0,01	528,48
Plástico (envases)	0,52	3,67	0,05%	0,00	14,68
Tetra Pak	3,15	22,02	0,27%	0,01	88,08
Tecnopor	8,39	58,72	0,72%	0,01	234,88
Lata	12,9	90,282	1,11%	0,01	361,12
Fierro	10,17	71,198	0,88%	0,01	284,79
Metal no ferroso	4,4	30,828	0,38%	0,00	123,312
Telas y textiles	33,55	234,88	2,89%	0,02	939,52
Caucho, cuero y jebe	19,92	139,46	1,72%	0,01	557,84
Pilas	0,21	1,468	0,02%	0,00	5,872
Restos de medicina	0,84	5,872	0,07%	0,00	23,48
Pañales desechables	34,6	242,22	2,98%	0,02	968,88
Papel higiénico	44,04	308,28	3,79%	0,02	1 233,12
Vidrios	5,24	36,7	0,45%	0,01	146,8
Tierra desechada	3,15	22,02	0,27%	0,01	88,08
TOTAL	1 161,5	8 130,50	100,00%	0,57	32 522,07

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 28/09/2015	
EQUIPO MUESTREO: DE	Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2011 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
Materia orgánica sin presencia de aceites.	466.66	3 266.63	59.61%	0.2321	13 066.51
Materia orgánica con presencia de aceites y grasas	29.91	209,33	3.82%	0.0149	837,344
Madera follaje	57.38	401,68	7.33%	0.0285	1 606.74
Papel blanco	4.54	31,784	0.58%	0.0023	127,14
Papel color	10.96	76.72	1.40%	0.0055	306.88
Papel periódico	7.28	50,96	0.93%	0.0036	203,86
Cartón	18.79	131.52	2.40%	0.0093	526.08
Polímero PET	13.47	9,425	1.72%	0.0067	377,02
Polímero blando (bolsas)	22.39	156,72	2.86%	0.0111	626,91
Polímero duro (tinajas, jarros,	16.67	116,72	2.13%	0.0083	466,89
PVC	2.19	15,34	0.28%	0.0011	61,38
Plástico (envases)	0.7	4,93	0.09%	0.0004	19,73
Tetra Pak	2.35	16.44	0.30%	0.0012	65.76
Tecnopor	6.58	46,032	0.84%	0.0033	184,13
Lata	9.63	67,40	1.23%	0.0048	269,62
Fierro	7.59	53,16	0.97%	0.0038	212,62
Metal no ferroso	3.29	23,02	0.42%	0.0016	92,06
Telas y textiles	25.05	175.36	3.20%	0.0125	701.44
Caucho, cuero y jebe	14.87	104.12	1.90%	0.0074	416.48
Pilas	0.16	1,09	0.02%	0.0001	4,384
Restos de medicina	0.63	4,38	0.08%	0.0003	17,536
Pañales desechables	24.82	173,72	3.17%	0.0123	694,864
Papel higiénico	27.63	193,44	3.53%	0.0137	773,776
Vidrios	5.64	39,46	0.72%	0.0028	157,824
Tierra desechada	3.68	25,76	0.47%	0.0018	103,024
TOTAL	782.86	5 480	100.00%	0.3893	21 920

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 27/10/2015	
EQUIPO MUESTREO:	DE Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2011 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	460,82	3225,75	57,50%	0,23	12 903
MO con presencia de grasas	22,28	155,958	2,78%	0,01	623832,00
Madera follaje	92,16	645,15	11,50%	0,05	2 580,60
Papel blanco	2,4	16,83	0,30%	0,00	67,32
Papel color	7,21	50,49	0,90%	0,00	201,96
Papel periódico	8,82	61,71	1,10%	0,00	246,84
Cartón	26,45	185,13	3,30%	0,01	740,52
Polímero PET	12,02	84,15	1,50%	0,01	336,60
Polímero blando (bolsas)	18,43	129,03	2,30%	0,01	516,12
Polímero duro	18,43	129,03	2,30%	0,01	516,12
PVC	14,43	100,98	1,80%	0,01	403,92
Plástico	0,4	2,805	0,05%	0,00	11,22
Tetra Pak	0,8	5,61	0,10%	0,00	22,44
Tecnopor	4,01	28,05	0,50%	0,00	112,20
Lata	11,22	78,54	1,40%	0,01	314,16
Fierro	4,01	28,05	0,50%	0,00	112,20
Metal no ferroso	3,21	22,44	0,40%	0,00	89,76
Telas y textiles	28,05	196,35	3,50%	0,01	785,40
Caucho, cuero y jebe	15,23	106,59	1,90%	0,01	426,36
Pilas	0,16	1,122	0,02%	0,00	4488,00
Restos de medicina	0,4	2,805	0,05%	0,00	11,22
Pañales desechables	22,44	157,08	2,80%	0,01	628,32
Papel higiénico	22,44	157,08	2,80%	0,01	628,32
Vidrios	2,4	16,83	0,30%	0,00	67,32
Tierra desechada	3,21	22,44	0,40%	0,00	89,76
TOTAL	801,43	5 610	100,00%	0,40	22 440

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 30/11/2015	
EQUIPO MUESTREO:	Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2011 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	414	2898	57,56%	0,205867727	11 592
MO con presencia de grasas	27,2	190,4	3,78%	0,01	761,60
Madera follaje	82,8	579,6	11,51%	0,04	2 318,40
Papel blanco	2,88	20,16	0,40%	0,00	80,64
Papel color	5,04	35,28	0,70%	0,00	141,12
Papel periódico	10,08	70,56	1,40%	0,01	282,24
Cartón	25,2	176,4	3,50%	0,01	705,60
Polímero PET	7,92	55,44	1,10%	0,00	221,76
Polímero blando (bolsas)	8,64	60,48	1,20%	0,00	241,92
Polímero duro	17,16	120,12	2,39%	0,01	480,48
PVC	12,36	86,52	1,72%	0,01	346,08
Plástico	0,36	2,52	0,05%	0,00	10,08
Tetra Pak	1,44	10,08	0,20%	0,00	40,32
Tecnopor	3,6	25,2	0,50%	0,00	100,80
Lata	11,52	80,64	1,60%	0,01	322,56
Fierro	2,16	15,12	0,30%	0,00	60,48
Metal no ferroso	2,88	20,16	0,40%	0,00	80,64
Telas y textiles	25,2	176,4	3,50%	0,01	705,60
Caucho, cuero y jebe	13,68	95,76	1,90%	0,01	383,04
Pilas	0,14	0,98	0,02%	0,00	3,92
Restos de medicina	0,36	2,52	0,05%	0,00	10,08
Pañales desechables	18	126	2,50%	0,01	504,00
Papel higiénico	22,32	156,24	3,10%	0,01	624,96
Vidrios	3,6	25,2	0,50%	0,00	100,80
Tierra desechada	0,72	5,04	0,10%	0,00	20,16
TOTAL	719,26	5034,82	100%	0,36	20 139,28

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 19/12/2015	
EQUIPO MUESTREO:	DE Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2011 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	497,94	3485,58	60,31%	0,25	13 942,32
MO con presencia de grasas	19,02	133,14	2,30%	0,01	532,56
Madera follaje	77,75	544,25	9,42%	0,04	2 177,00
Papel blanco	4,96	34,72	0,60%	0,00	138,88
Papel color	5,79	40,53	0,70%	0,00	162,12
Papel periódico	14,89	104,23	1,80%	0,01	416,92
Cartón	24,81	173,67	3,00%	0,01	694,68
Polímero PET	7,44	52,08	0,90%	0,00	208,32
Polímero blando (bolsas)	11,58	81,06	1,40%	0,01	324,24
Polímero duro	19,85	138,95	2,40%	0,01	555,80
PVC	14,06	98,42	1,70%	0,01	393,68
Plástico	0,41	2,87	0,05%	0,00	11,48
Tetra Pak	6,62	46,34	0,80%	0,00	185,36
Tecnopor	5,79	40,53	0,70%	0,00	162,12
Lata	17,37	121,59	2,10%	0,01	486,36
Fierro	2,48	17,36	0,30%	0,00	69,44
Metal no ferroso	3,31	23,17	0,40%	0,00	92,68
Telas y textiles	23,99	167,93	2,91%	0,01	671,72
Caucho, cuero y jebe	15,72	110,04	1,90%	0,01	440,16
Pilas	0,17	1,19	0,02%	0,00	4,76
Restos de medicina	0,41	2,87	0,05%	0,00	11,48
Pañales desechables	17,37	121,59	2,10%	0,01	486,36
Papel higiénico	23,99	167,93	2,91%	0,01	671,72
Vidrios	4,14	28,98	0,50%	0,00	115,92
Tierra desechada	5,79	40,53	0,70%	0,00	162,12
TOTAL	825,65	5779,55	100%	0,41	23 118,20

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 25/03/2016	
EQUIPO MUESTREO:	DE Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2032 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	492,66	3448,62	68,50%	0,24	13 794,48
MO con presencia de grasas	32,37	226,58	4,50%	0,02	906,30
Madera follaje	98,53	689,72	13,70%	0,05	2 758,90
Papel blanco	3,43	23,99	0,48%	0,00	95,96
Papel color	6,00	41,98	0,83%	0,00	167,93
Papel periódico	12,00	83,97	1,67%	0,01	335,87
Cartón	29,99	209,92	4,17%	0,01	839,66
Polímero PET	9,42	65,97	1,31%	0,00	263,89
Polímero blando (bolsas)	10,28	71,97	1,43%	0,01	287,88
Polímero duro	20,42	142,94	2,84%	0,01	571,77
PVC	14,71	102,96	2,04%	0,01	411,84
Plástico	0,43	3,00	0,06%	0,00	12,00
Tetra Pak	1,71	12,00	0,24%	0,00	47,98
Tecnopor	4,28	29,99	0,60%	0,00	119,95
Lata	13,71	95,96	1,91%	0,01	383,85
Fierro	2,57	17,99	0,36%	0,00	71,97
Metal no ferroso	3,43	23,99	0,48%	0,00	95,96
Telas y textiles	29,99	209,92	4,17%	0,01	839,66
Caucho, cuero y jebe	16,28	113,95	2,26%	0,01	455,82
Pilas	0,17	1,17	0,02%	0,00	4,66
Restos de medicina	0,43	3,00	0,06%	0,00	12,00
Pañales desechables	21,42	149,94	2,98%	0,01	599,76
Papel higiénico	26,56	185,93	3,69%	0,01	743,70
Vidrios	4,28	29,99	0,60%	0,00	119,95
Tierra desechada	0,86	6,00	0,12%	0,00	23,99
TOTAL	855,92	5991,44	1,19	0,43	23 965,74

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 20/08/2016	
EQUIPO MUESTREO:	DE Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2032 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	500,94	3506,58	57,56%	0,25	14 026,32
MO con presencia de grasas	32,91	230,38	3,78%	0,02	921,54
Madera follaje	100,19	701,32	11,51%	0,05	2 805,26
Papel blanco	3,48	24,39	0,40%	0,00	97,57
Papel color	6,10	42,69	0,70%	0,00	170,76
Papel periódico	12,20	85,38	1,40%	0,01	341,51
Cartón	30,49	213,44	3,50%	0,02	853,78
Polímero PET	9,58	67,08	1,10%	0,00	268,33
Polímero blando (bolsas)	10,45	73,18	1,20%	0,01	292,72
Polímero duro	20,76	145,35	2,39%	0,01	581,38
PVC	14,96	104,69	1,72%	0,01	418,76
Plástico	0,44	3,05	0,05%	0,00	12,20
Tetra Pak	1,74	12,20	0,20%	0,00	48,79
Tecnopor	4,36	30,49	0,50%	0,00	121,97
Lata	13,94	97,57	1,60%	0,01	390,30
Fierro	2,61	18,30	0,30%	0,00	73,18
Metal no ferroso	3,48	24,39	0,40%	0,00	97,57
Telas y textiles	30,49	213,44	3,50%	0,02	853,78
Caucho, cuero y jebe	16,55	115,87	1,90%	0,01	463,48
Pilas	0,17	1,19	0,02%	0,00	4,74
Restos de medicina	0,44	3,05	0,05%	0,00	12,20
Pañales desechables	21,78	152,46	2,50%	0,01	609,84
Papel higiénico	27,01	189,05	3,10%	0,01	756,20
Vidrios	4,36	30,49	0,50%	0,00	121,97
Tierra desechada	0,87	6,10	0,10%	0,00	24,39
TOTAL	870,30	6092,13	100%	0,43	24 368,53

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE

COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243		FECHA: 25/11/2016		
EQUIPO MUESTREO:	DE Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2032 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	491,00	3437,03	57,56%	0,24	13 748,11
MO con presencia de grasas	32,26	225,81	3,78%	0,02	903,26
Madera follaje	98,20	687,41	11,51%	0,05	2 749,62
Papel blanco	3,42	23,91	0,40%	0,00	95,64
Papel color	5,98	41,84	0,70%	0,00	167,37
Papel periódico	11,95	83,68	1,40%	0,01	334,74
Cartón	29,89	209,21	3,50%	0,01	836,84
Polímero PET	9,39	65,75	1,10%	0,00	263,01
Polímero blando (bolsas)	10,25	71,73	1,20%	0,01	286,92
Polímero duro	20,35	142,46	2,39%	0,01	569,85
PVC	14,66	102,61	1,72%	0,01	410,45
Plástico	0,43	2,99	0,05%	0,00	11,95
Tetra Pak	1,71	11,95	0,20%	0,00	47,82
Tecnopor	4,27	29,89	0,50%	0,00	119,55
Lata	13,66	95,64	1,60%	0,01	382,56
Fierro	2,56	17,93	0,30%	0,00	71,73
Metal no ferroso	3,42	23,91	0,40%	0,00	95,64
Telas y textiles	29,89	209,21	3,50%	0,01	836,84
Caucho, cuero y jebe	16,22	113,57	1,90%	0,01	454,29
Pilas	0,17	1,16	0,02%	0,00	4,65
Restos de medicina	0,43	2,99	0,05%	0,00	11,95
Pañales desechables	21,35	149,44	2,50%	0,01	597,74
Papel higiénico	26,47	185,30	3,10%	0,01	741,20
Vidrios	4,27	29,89	0,50%	0,00	119,55
Tierra desechada	0,85	5,98	0,10%	0,00	23,91
TOTAL	853,04	5971,30	100%	0,42	23 885,19

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 11/03/2017	
EQUIPO MUESTREO:	DE Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2031 Habitantes en casco urban.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	466,58	3266,05	57,56%	0,23	13 064,18
MO con presencia de grasas	30,65	214,58	3,78%	0,02	858,32
Madera follaje	93,32	653,21	11,51%	0,05	2 612,84
Papel blanco	3,25	22,72	0,40%	0,00	90,88
Papel color	5,68	39,76	0,70%	0,00	159,04
Papel periódico	11,36	79,52	1,40%	0,01	318,08
Cartón	28,40	198,80	3,50%	0,01	795,21
Polímero PET	8,93	62,48	1,10%	0,00	249,92
Polímero blando (bolsas)	9,74	68,16	1,20%	0,00	272,64
Polímero duro	19,34	135,38	2,39%	0,01	541,50
PVC	13,93	97,51	1,72%	0,01	390,03
Plástico	0,41	2,84	0,05%	0,00	11,36
Tetra Pak	1,62	11,36	0,20%	0,00	45,44
Tecnopor	4,06	28,40	0,50%	0,00	113,60
Lata	12,98	90,88	1,60%	0,01	363,53
Fierro	2,43	17,04	0,30%	0,00	68,16
Metal no ferroso	3,25	22,72	0,40%	0,00	90,88
Telas y textiles	28,40	198,80	3,50%	0,01	795,21
Caucho, cuero y jebe	15,42	107,92	1,90%	0,01	431,69
Pilas	0,16	1,10	0,02%	0,00	4,42
Restos de medicina	0,41	2,84	0,05%	0,00	11,36
Pañales desechables	20,29	142,00	2,50%	0,01	568,01
Papel higiénico	25,15	176,08	3,10%	0,01	704,33
Vidrios	4,06	28,40	0,50%	0,00	113,60
Tierra desechada	0,81	5,68	0,10%	0,00	22,72
TOTAL	810,61	5674,24	100%	0,40	22 696,97

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE

COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 25/10/2016	
EQUIPO MUESTREO: DE	Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2031 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	488,52	3419,64	57,56%	0,24	13 678,56
MO con presencia de grasas	32,10	224,67	3,78%	0,02	898,69
Madera follaje	97,70	683,93	11,51%	0,05	2 735,71
Papel blanco	3,40	23,79	0,40%	0,00	95,16
Papel color	5,95	41,63	0,70%	0,00	166,52
Papel periódico	11,89	83,26	1,40%	0,01	333,04
Cartón	29,74	208,15	3,50%	0,01	832,61
Polímero PET	9,35	65,42	1,10%	0,00	261,68
Polímero blando (bolsas)	10,20	71,37	1,20%	0,01	285,47
Polímero duro	20,25	141,74	2,39%	0,01	566,97
PVC	14,58	102,09	1,72%	0,01	408,37
Plástico	0,42	2,97	0,05%	0,00	11,89
Tetra Pak	1,70	11,89	0,20%	0,00	47,58
Tecnopor	4,25	29,74	0,50%	0,00	118,94
Lata	13,59	95,16	1,60%	0,01	380,62
Fierro	2,55	17,84	0,30%	0,00	71,37
Metal no ferroso	3,40	23,79	0,40%	0,00	95,16
Telas y textiles	29,74	208,15	3,50%	0,01	832,61
Caucho, cuero y jebe	16,14	113,00	1,90%	0,01	451,99
Pilas	0,17	1,16	0,02%	0,00	4,63
Restos de medicina	0,42	2,97	0,05%	0,00	11,89
Pañales desechables	21,24	148,68	2,50%	0,01	594,72
Papel higiénico	26,34	184,36	3,10%	0,01	737,45
Vidrios	4,25	29,74	0,50%	0,00	118,94
Tierra desechada	0,85	5,95	0,10%	0,00	23,79
TOTAL	848,73	5941,09	100,00%	0,42	23 764,35

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 22/02/2018	
EQUIPO MUESTREO:	DE Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2031 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	501,35	3509,48	57,56%	0,25	14 037,91
MO con presencia de grasas	32,94	230,57	3,78%	0,02	922,30
Madera follaje	100,27	701,90	11,51%	0,05	2 807,58
Papel blanco	3,49	24,41	0,40%	0,00	97,66
Papel color	6,10	42,72	0,70%	0,00	170,90
Papel periódico	12,21	85,45	1,40%	0,01	341,79
Cartón	30,52	213,62	3,50%	0,02	854,48
Polímero PET	9,59	67,14	1,10%	0,00	268,55
Polímero blando (bolsas)	10,46	73,24	1,20%	0,01	292,97
Polímero duro	20,78	145,47	2,39%	0,01	581,86
PVC	14,97	104,78	1,72%	0,01	419,10
Plástico	0,44	3,05	0,05%	0,00	12,21
Tetra Pak	1,74	12,21	0,20%	0,00	48,83
Tecnopor	4,36	30,52	0,50%	0,00	122,07
Lata	13,95	97,66	1,60%	0,01	390,62
Fierro	2,62	18,31	0,30%	0,00	73,24
Metal no ferroso	3,49	24,41	0,40%	0,00	97,66
Telas y textiles	30,52	213,62	3,50%	0,02	854,48
Caucho, cuero y jebe	16,57	115,97	1,90%	0,01	463,86
Pilas	0,17	1,19	0,02%	0,00	4,75
Restos de medicina	0,44	3,05	0,05%	0,00	12,21
Pañales desechables	21,80	152,59	2,50%	0,01	610,34
Papel higiénico	27,03	189,21	3,10%	0,01	756,83
Vidrios	4,36	30,52	0,50%	0,00	122,07
Tierra desechada	0,87	6,10	0,10%	0,00	24,41
TOTAL	871,02	6097,17	100%	0,43	24 388,67

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 21/07/2018	
EQUIPO MUESTREO:	DE Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2031 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	493,07	3451,52	57,56%	0,25	13 806,07
MO con presencia de grasas	32,40	226,77	3,78%	0,02	907,07
Madera follaje	98,61	690,30	11,51%	0,05	2 761,21
Papel blanco	3,43	24,01	0,40%	0,00	96,04
Papel color	6,00	42,02	0,70%	0,00	168,07
Papel periódico	12,01	84,04	1,40%	0,01	336,15
Cartón	30,01	210,09	3,50%	0,01	840,37
Polímero PET	9,43	66,03	1,10%	0,00	264,12
Polímero blando (bolsas)	10,29	72,03	1,20%	0,01	288,13
Polímero duro	20,44	143,06	2,39%	0,01	572,25
PVC	14,72	103,05	1,72%	0,01	412,18
Plástico	0,43	3,00	0,05%	0,00	12,01
Tetra Pak	1,72	12,01	0,20%	0,00	48,02
Tecnopor	4,29	30,01	0,50%	0,00	120,05
Lata	13,72	96,04	1,60%	0,01	384,17
Fierro	2,57	18,01	0,30%	0,00	72,03
Metal no ferroso	3,43	24,01	0,40%	0,00	96,04
Telas y textiles	30,01	210,09	3,50%	0,01	840,37
Caucho, cuero y jebe	16,29	114,05	1,90%	0,01	456,20
Pilas	0,17	1,17	0,02%	0,00	4,67
Restos de medicina	0,43	3,00	0,05%	0,00	12,01
Pañales desechables	21,44	150,07	2,50%	0,01	600,26
Papel higiénico	26,58	186,08	3,10%	0,01	744,33
Vidrios	4,29	30,01	0,50%	0,00	120,05
Tierra desechada	0,86	6,00	0,10%	0,00	24,01
TOTAL	856,64	5996,47	100,00%	0,43	23 985,88

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS URBANOS DEL DISTRITO DE CATACHE					
COORDENADAS UTM	N: -6,665238 E: -79,052243			FECHA: 23/11/2018	
EQUIPO MUESTREO:	DE Municipalidad Distrital de Catache				
POBLACIÓN	2031 Habitantes en casco urbano.				
COMPONENTES	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/día)	CANTIDADES REGISTRADAS (kg/sem)	GENERACIÓN DE RRSS EN (%)	PRODUCCIÓN POR HABITANTE (kg/día/hab)	PRODUCCIÓN MENSUAL (kg)
MO sin presencia de aceites y grasas	525,78	3680,46	57,56%	0,26	14 721,84
MO con presencia de grasas	34,54	241,81	3,78%	0,02	967,23
Madera follaje	105,16	736,09	11,51%	0,05	2 944,37
Papel blanco	3,66	25,60	0,40%	0,00	102,41
Papel color	6,40	44,81	0,70%	0,00	179,22
Papel periódico	12,80	89,61	1,40%	0,01	358,44
Cartón	32,00	224,03	3,50%	0,02	896,11
Polímero PET	10,06	70,41	1,10%	0,01	281,64
Polímero blando (bolsas)	10,97	76,81	1,20%	0,01	307,24
Polímero duro	21,79	152,55	2,39%	0,01	610,21
PVC	15,70	109,88	1,72%	0,01	439,52
Plástico	0,46	3,20	0,05%	0,00	12,80
Tetra Pak	1,83	12,80	0,20%	0,00	51,21
Tecnopor	4,57	32,00	0,50%	0,00	128,02
Lata	14,63	102,41	1,60%	0,01	409,65
Fierro	2,74	19,20	0,30%	0,00	76,81
Metal no ferroso	3,66	25,60	0,40%	0,00	102,41
Telas y textiles	32,00	224,03	3,50%	0,02	896,11
Caucho, cuero y jebe	17,37	121,62	1,90%	0,01	486,46
Pilas	0,18	1,24	0,02%	0,00	4,98
Restos de medicina	0,46	3,20	0,05%	0,00	12,80
Pañales desechables	22,86	160,02	2,50%	0,01	640,08
Papel higiénico	28,35	198,42	3,10%	0,01	793,70
Vidrios	4,57	32,00	0,50%	0,00	128,02
Tierra desechada	0,91	6,40	0,10%	0,00	25,60
TOTAL	913,46	6394,22	100,00%	0,45	25 576,89

ANEXO 5: Mapa del Distrito de Catache



ANEXO 6: Recolección de residuos municipales



Fuente: PLANEFA de la Municipalidad Distrital de Catache.



Fuente: PLANEFA de la Municipalidad Distrital de Catache,



Fuente: PLANEFA de la Municipalidad Distrital de Catache.

ANEXO 7: Registro de control de peso de los residuos sólidos

MUNICIPALIDAD DISTRITAL CATAACHE		Área de Gestión Ambiental					
		Código:				Versión:	
		Encargado:				Fecha:	
Registro de control de peso de residuos segregados							
N°	Reciclador	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Total
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
Total							

ANEXO 8: Registro de servicio de barrido de calles y espacio públicos

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATAACHE		Área de Gestión Ambiental				
		Código:			Versión:	
		Encargado:			Fecha:	
Registro del Servicio de Barrido de Calles y Espacio Públicos						
N°	Nombre trabajador	del	Sector	Ruta de recolección	Área barrida (m)	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Total						

ANEXO 9: Registro de residuos sólidos recolectados

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE	Área de Gestión Ambiental						
	Código:				Versión:		
	Encargado:				Fecha :		
Registro de Residuos Sólidos Recolectados							
Nombre trabajadores	de	Hora de inicio	Hora de salida	Tipo de vehículo	Rutas atendidas	Cantidad de residuos recolectados (t/día)	Observaciones

ANEXO 10: Registro de accidentes de trabajo



FICHA ÚNICA DE AVISO DE ACCIDENTE DE TRABAJO

DIRECCION EJECUTIVA DE
SALUD OCUPACIONAL

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL ACCIDENTE

1. DATOS DEL TRABAJADOR											
APELLIDOS Y NOMBRES											
DOMICILIO				N° DE SEGURO (si lo tiene)							
DOCUMENTO DE IDENTIDAD (DNI)		CATEGORIA DE TRABAJADOR TABLA 1		ANTIGÜEDAD EN EL PUESTO DE TRABAJO				EDAD		GENERO	
		DIAS		MESES			AÑOS			M	F
2. DATOS DEL EMPLEADOR											
RAZON SOCIAL											
DOMICILIO PRINCIPAL											
RUC:		*CIU (TABLA 2)						TELEFONO(S)			
3. DATOS DE LA EMPRESA USUARIA (DONDE OCURRIO EL ACCIDENTE)											
RAZON SOCIAL:											
DOMICILIO PRINCIPAL											
RUC:		* CIU (TABLA 2)						TELEFONO(S)			
4. DATOS DEL ACCIDENTE DE TRABAJO											
FECHA(DD/MM/AA)		HORA		TURNO		DE		A			
LUGAR DEL ACCIDENTE											
LABOR QUE REALIZABA AL MOMENTO DEL ACCIDENTE:											
DESCRIPCION DEL ACCIDENTE:											
TESTIGO DEL ACCIDENTE								DNI:			
FORMA DE ACCIDENTE (TABLA 3)						AGENTE CAUSANTE (TABLA 4)					
Apellidos y Nombres de la persona que condujo al accidentado		Firma de la persona que condujo al accidentado				Fecha de recepción		Firma y Sello de recepción			
5. CERTIFICACION MEDICA											
CENTRO ASISTENCIAL											
FECHA DE INGRESO (DD/MM/AA)						HORA DE INGRESO					
PARTE DEL CUERPO AFECTADO: (TABLA 5)						TIPO DE LESION: (TABLA 6)					
DIAGNOSTICOS PRESUNTIVOS: a) b) c)		DIAGNOSTICOS DEFINITIVOS: a) b) c)									
APELLIDOS Y NOMBRES DEL MEDICO TRATANTE				N° DE CMP				**CODIGO CIE-10			
						Firma de Médico Tratante					

ANEXO 11: Registro de viviendas que participan del programa de segregación

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE		Área de Gestión Ambiental			
		Código:		Versión:	
		Encargado:		Fecha:	
Registro de viviendas que participan del programa de segregación					
N°	Familia	Sector	Dirección	N° de propiedades	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

ANEXO 12: Registro de viviendas que participan del programa de segregación

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE		Área de Gestión Ambiental							
		Encargado:							
Registro de Residuos Sólidos Tratados									
Día	1º recolección de recolección		2º recolección de		3º recolección de		4º semana de recolección		Total (cantidad)
	Cantidad	Hora	Cantidad	Hora	Cantidad	Hora	Cantidad	Hora	

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

ANEXO 13: Registro para la disposición final de residuos sólidos en el botadero controlado municipal

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE		Área de Gestión Ambiental				
		Código:		Versión:		
		Encargado:				
Registro de Disposición final de los Residuos Sólidos en el Botadero Controlado Municipal						
Día	Residuos Sólidos Recibidos		Residuos Sólidos confinados		Residuos sólidos reciclados	
	Toneladas parcial	Toneladas acumuladas	Toneladas parcial	Toneladas acumuladas	Toneladas parcial	Toneladas acumuladas
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE	Área de Gestión Ambiental			
	Código: Encargado:		Versión: Fecha :	
Registro de Control de Vehículos Recolectores al Botadero Controlado Municipal				
Placa o número del vehículo	Lugar de procedencia (camal, centro de salud, municipal)	Hora de ingreso	Hora de salida	Observaciones

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE	Área de Gestión Ambiental				
	Código: Encargado:			Versión: Fecha :	
Registro de Visitas al Botadero Controlado Municipal					
Nombre y apellidos	Lugar de procedencia	Asunto de visita	Hora de ingreso	Hora de salida	Observaciones

ANEXO 14: Formato de asistencia a capacitaciones

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE	Área de Gestión Ambiental								
	Encargado: Fecha:								
Registro de Asistencia a Capacitaciones									
Nombres y Apellidos	Mes 1			Mes 2			Mes 3		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3

ANEXO 15: Registro de componentes de desempeños ambientales evaluados

Aspecto	Componente	Descripción	Cumple	No cumple
Gestión	Componente I	Estudio de caracterización de residuos sólidos		
	Componente II	Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos (Pigars)		
	Componente III	Programa de segregación en la fuente		
	Componente IV	Formalización de recicladores		
	Componente V	Reporte de la gestión y manejo de residuos sólidos en el Sistema de Información para la Gestión de Residuos sólidos (SIGERSOL)		
	Componente VI	Plan de cierre y recuperación de botaderos		
Manejo	Componente VII	Relleno sanitario		
	Componente VIII	Instrumentos formales para brindar el servicio de limpieza pública		
	Componente XI	Planta de tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos.		
	Componente X	Procedimientos para autorizar y fiscalizar las rutas de transporte de residuos peligrosos en su jurisdicción		
	Componente XI	Manejo y segregación de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)		

Fuente: OEFA – Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos (2014)

ANEXO 16: Formato para pagos del servicio de limpieza pública

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE		Área de Gestión Ambiental				
		Código:			Versión:	
		Encargado:				
Registro de Pagos del Servicio de Limpieza Pública						
Nº	Apellidos y Nombres	DNI	Fecha	Dirección	Monto (S/.)	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ANEXO 17: Formato para pagos del servicio de limpieza pública

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE		ÁREA DE GESTIÓN AMBIENTAL	
		Nº: 01	
FORMULARIO DE RECLAMOS DEL SERVICIO DE LIMPIEZA PÚBLICA			
INFORMACIÓN DEL USUARIO			
Nombre del Usuario:		Dirección:	
DNI:		Teléfono/Cel.	
RUC:		Email:	
INFORMACIÓN DEL RECLAMO			
Fecha:		Lugar de ocurrencia:	
Descripción del reclamo:			
Observaciones:			
Firma		Huella	

ANEXO 18: Formato para reclamos atendidos.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE			Área de Gestión Ambiental			
			Código:		Versión:	
			Encargado:			
Registro de Control de Reclamos Atendidos del Servicio de Limpieza Pública						
Nº	Nombre del Solicitante	DNI	Fecha	Descripción del reclamo	Solución	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
12						
13						
14						
15						
16						

ANEXO 19: Proformas para criterios de selección de maquinaria

The logo for MOTOCORP, featuring the brand name in white, bold, uppercase letters on a solid orange rectangular background.

Zongshen ZS 250CM

Precio S/:

10,250

Fecha:

12/01/2019

Descripción:

Garantía de 1 año por la marca.
Tarjeta de propiedad.
1 llanta de repuesto.
Kit de herramientas.

Cilindrada:

229 c.c

Motor:

Monocilíndrico
4 tiempos
OHV

Potencia:

16.1 Hp a 6,500 rpm
12kw a 6,500 rpm

Torque:

18.9 Nm a 5,500 rpm

Diámetro por carrera:

67m.m x 65 m.m

Refrigeración:

Líquida y ventidor de aire

Consumo de combustible:

<4.3L/100km

Encendido:

CDI

Arranque:

Eléctrico/Pedal

Embrague:

Mecánico multidisco húmedo

Capacidad de tanque:

18 lts

Transmisión:

Diferencial/5 velocidades/ ruster (L-H)/ reversa.

Atención al Cliente
☎ 0-800-40119
Lun-Vie 9:00 am a 6:30 pm



GRATIS:
CARRETILLA
CARSa
[Stock: 100]

— ZS 200 / 250 CM —



Cilindrada
198.5 c.c. /
250 c.c.



Carga útil
850 kg. /
1000 kg.



Potencia
14.87 hp a
7,500 rpm

s/. 1050.00

Colores: ● ●

Fecha:	16/01/2019
Descripción:	Garantía de 1 año por la marca, 1 llanta de repuesto, Kit de herramientas.
Cilindrada:	229 c.c
Motor:	Monocilíndrico, 4 tiempos, OHV.
Potencia:	16.1 Hp a 6,500 rpm / 12kw a 6,500 rpm
Torque:	18.9 Nm a 5,500 rpm
Diámetro por carrera:	67m.m x 65 m.m
Refrigeración:	Líquida y ventidor de aire
Consumo de combustible:	<4.3L/100km
Encendido:	CDI
Arranque:	Eléctrico/Pedal
Embrague:	Mecánico multidisco húmedo
Capacidad de tanque:	18 lts
Transmisión:	Diferencial/5 velocidades/ ruster (L-H)/ reversa.

¡El Furgón más vendido del Perú!
Economía, Resistencia y PostVenta.

MODELO
ZS250-CM



COLORES
DISPONIBLES

CATEGORÍA
TRIMÓVILES CARGA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MODELO ZS250-CM

Cilindrada:	229 c.c	Consumo de combustible:	<4.3L/100km
Motor:	Monocilíndrico, 4 tiempos, OHV.	Encendido:	CDI
Potencia:	16.1 Hp a 6,500 rpm / 12kw a 6,500 rpm	Arranque:	Eléctrico/Pedal
Torque:	18.9 Nm a 5,500 rpm	Embrague:	Mecánico multidisco húmedo
Diámetro por carrera:	67m.m x 65 m.m	Capacidad de tanque:	18 lts
Refrigeración:	Líquida y ventidor de aire	Transmisión:	Diferencial/5 velocidades/ ruster

Precio: S/. 1 150,00

Descripción: Garantía de 1 año por la marca, 1 llanta de repuesto, Kit de herramientas y Tarjeta de propiedad

Fecha: 02 de Febrero del 2019

Sr: Juan Quispe Estela

Soy Roger Padilla Aceso de ventas de MAQ INDUSTRIAS SA, Es un gusto para mí poder brindarle información sobre el costo y beneficios por la compra de los equipos los cuales se encuentra interesado.

Descripción	Marca	Modelo	Potencia	Precio en Soles
Generador eléctrico	JIANGDONG	FJ420	10 Kw	1 980,00
Máquina de volteo de compost	Compost SYSTEMS	CMC SF 200	9 Kw	17 000,00
Trituradora de residuos de madera	BOMERI	PD6	14 hp	13 800,00

Las máquinas descritas anteriormente muestran su precio incluido el transporte de entrega en la ciudad de Chiclayo. El Generador eléctrico tiene un año de garantía.

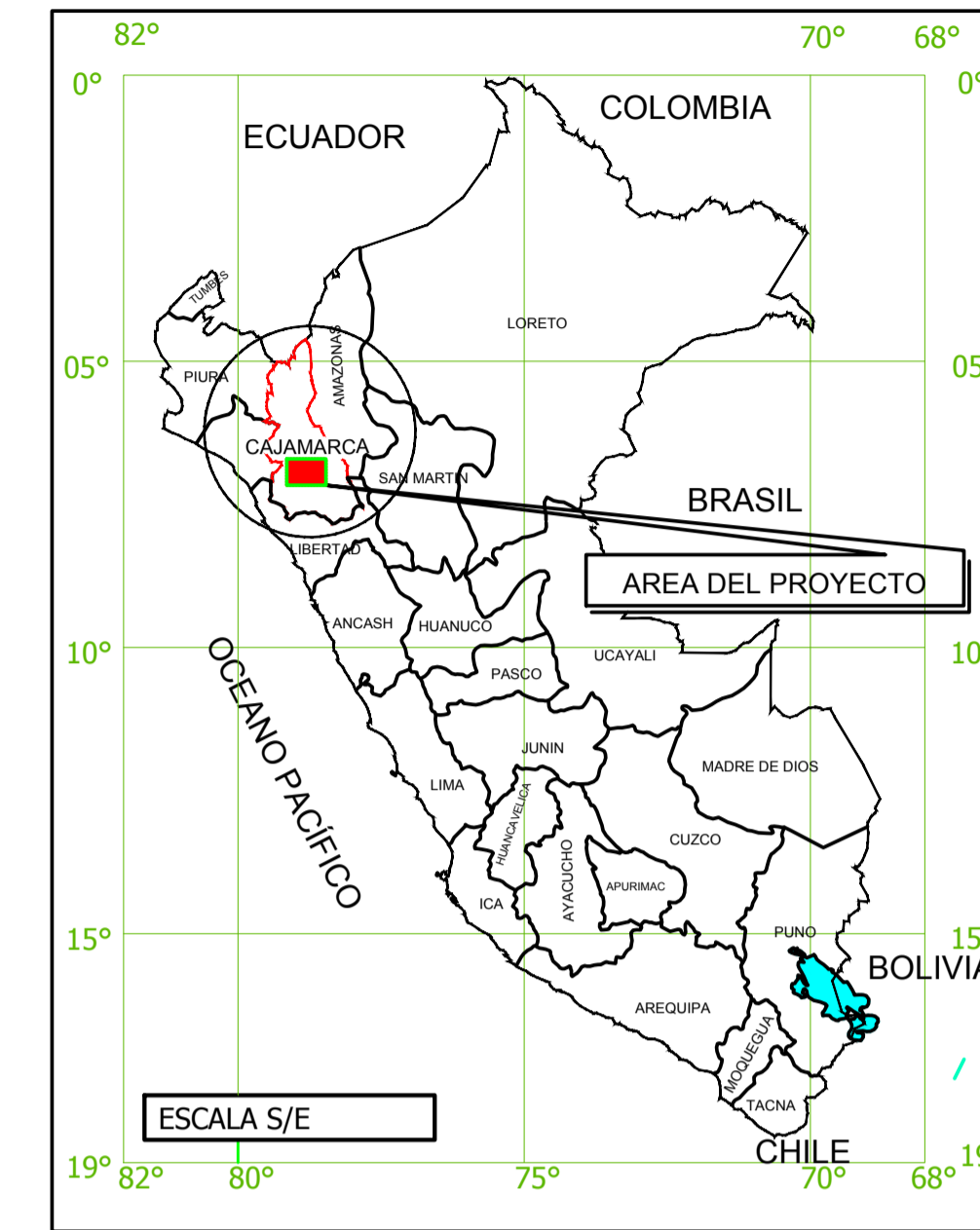
En el caso de la *Máquina de volteo de compost* y la *Trituradora de residuos de madera* tienen un año de garantía de fábrica y dos años de garantía de la tienda.

En el caso de suceder desperfectos por mal manejo, Los costos de estadia y pasajes del técnico fuera de la ciudad de Lima son cubiertos por el cliente, pero el servicio técnico es cubierto por la tienda, durante el tiempo de garantía de la máquina

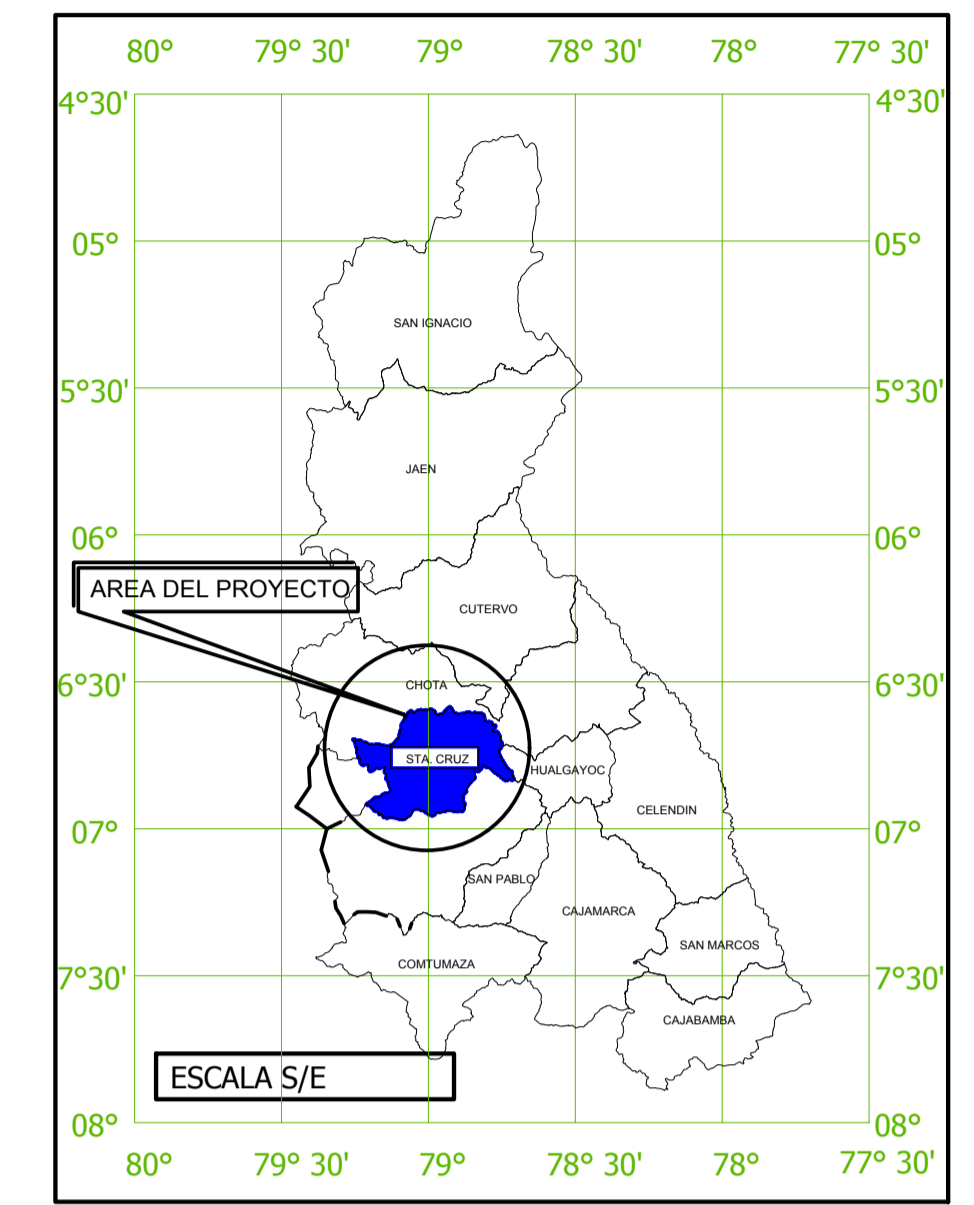
Si la máquina llegara a tener fallas o anomalías de fábrica todos los costos de viáticos es asumida por la empresa

Por la compra de los tres equipos la empresa, enviara a un técnico para capacitar a su personal sobre el manejo y mantenimientos respectivos de las máquinas en el lugar de trabajo.

Telefono : 935 471 989



UBICACIÓN DE CAJAMARCA EN EL PERÚ




UBICACIÓN DE LA PROVINCIA DE CAJAMARCA


PLANO DE SECTORIZACIÓN Y RECORRIDO DEL MOVIL RECOLECTOR DE RESIDUOS


ESC. 1 / 2000

 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo		UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO "PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE COMPOSTAJE A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS EN EL DISTRITO DE CATACHE, PROVINCIA DE SANTA CRUZ - CAJAMARCA; PARA EL CULTIVO DE GRANADILLA ORGÁNICA" ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
		DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE
PROVINCIA: SANTA CRUZ	PROYECTO: RUTAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS		E-1
DISTRITO: CATACHE	PLANO: UBICACION DE PROYECTO		
FECHA: MAYO DEL 2019		ESCALA: 1/2000	Anexo 20

ANEXO 21: Especificaciones técnicas de los equipos de protección personal


FICHA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
<p>Elemento (nombre y marca): Lente de seguridad Spy Marca Steel Pro Ref. 901259140236</p>	<p>Certificados de Calidad: ANSI Z 87.1</p>
<p>Descripción y composición: Visor de policarbonato oftálmico de alta transparencia. Excelente resistencia al impacto, abrasión y salpicadura de sustancia irritantes. Rejilla de ventilación directa. Livianas y confortables para usarlas todo el día.</p>	
<p>Tallas disponibles: Estándar</p>	
<p>Mantenimiento requerido: Deberás limpiar los protectores completos con agua tibia y jabón suave. En ningún caso deben usarse disolventes. Procurar mantenerlos alejados de fuentes de calor intensas y de humedad elevadas</p>	
<p>Niveles de protección brindados: Protege de los rayos UV y espectros de baja concentración. Riesgo mecánico, químico, impacto, salpicaduras, luminosidad, polvo.</p>	<p>Indicaciones de uso: La persona responsable de brindarte el EPP deberá proporcionarte las instrucciones o folleto que viene junto con las gafas o pantalla de seguridad. Respetar las normas de utilización y mantenimiento. No olvides que tu equipo es de uso individual. Si observas alguna anomalía en tu equipo o consideras que ya no es adecuado comunícaselo a la persona responsable para que lo sustituya por otro.</p>
<p>No debe usarse:</p>	<p>Se debe usar en: Trabajos en exteriores e interiores en donde pueden existir impactos de alta y baja velocidad</p>

FICHA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
<p>Elemento (nombre y marca): Protector Auditivo tipo orejera Marca Samurai Ref.</p>	<p>Certificados de Calidad: ANSI S3.19/S12.6</p>
<p>Descripción y composición: Copas color negro con borde plástico y almohadilla de espuma en la parte interior de la copa; diadema de plástico graduable.</p>	
<p>Tallas disponibles: Estándar</p>	
<p>Mantenimiento requerido: Cambio de cualquiera de sus partes cuando se descompongan (copas, almohadillas, diadema).</p>	
<p>Niveles de protección brindados: Ruidos superiores a 80 dB de intensidad, atenuación entre 23 dB.</p>	<p>Indicaciones de uso: Áreas con ruidos superiores a 80 dB. Acomodar las copas de forma que cubran totalmente el pabellón auricular. Ubicar la diadema encima de la cabeza y ajustarla hacia arriba o hacia abajo, según el tamaño de la cabeza, hasta percibir la disminución del ruido.</p>
<p>No debe usarse: Si el ruido es de impacto o superior a 100 dB, debe usarse Protector H10 A.</p>	<p>Se debe usar en: Indicado para protección de ruidos superiores a 85 dB.</p>

FICHA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
<p>Elemento (nombre y marca):</p> <p>Marca Astro Ref. 11885045</p>	<p>Certificados de Calidad:</p> <p>ANSI Z 87.1 NTC 3610</p>
<p>Descripción y composición:</p> <p>Lentes en Policarbonato 100%. Excelente resistencia al impacto. Puente de descanso incorporado al lente. Armadura en Nylon de peso ligero. Patilla graduable y con ratchet para ajuste. Filtran 99.9% de los rayos ultravioletas Livianas y confortables para usarlas todo el día.</p>	
<p>Tallas disponibles:</p> <p>Estándar</p>	
<p>Mantenimiento requerido:</p> <p>Deberás limpiar los protectores completos con agua tibia y jabón. En ningún caso deben usarse disolventes. Limpiarás los cristales de las gafas cuantas veces sea necesario.</p>	
<p>Niveles de protección brindados:</p> <p>Protege de los rayos UV y espectros de baja concentración. Riesgo mecánico, químico, impacto, salpicaduras, luminosidad, polvo.</p>	<p>Indicaciones de uso:</p> <p>La persona responsable de brindarte el EPP deberá proporcionarte las instrucciones o folleto que viene junto con las gafas o pantalla de seguridad. Respetar las normas de utilización y mantenimiento. No olvides que tu equipo es de uso individual. Si observas alguna anomalía en tu equipo o consideras que ya no es adecuado comunícaselo a la persona responsable para que lo sustituya por otro.</p>
<p>No debe usarse:</p>	<p>Se debe usar en:</p> <p>Trabajos en exteriores e interiores en donde pueden existir impactos de alta y baja velocidad.</p>

FICHA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
<p>Elemento (nombre y marca): Respiradores Media Máscara - Doble Cartucho - Con 2 filtros Marca 3M Serie 6000</p>	<p>Certificados de Calidad: EN 140:1998</p>
<p>Descripción y composición: Soporte hecho en caucho ajustable. 2 válvulas de exhalación para respirar fácilmente. Arnés de sujeción con suspensión del soporte para ofrecer un ajuste cómodo Material elastomérico ligero para un mayor confort durante largos períodos de trabajo. Su diseño de perfil bajo hace prácticamente desaparecer las interferencias en el campo de visión</p>	
<p>Tallas disponibles: Estándar</p>	
<p>Mantenimiento requerido: Los filtros cuando se estén utilizando deben ser guardados para que no se activen</p>	
<p>Niveles de protección brindados: No usar en atmósferas altamente tóxica, en espacios confinados o donde exista deficiencia de oxígeno (-19.5 %).</p>	<p>Indicaciones de uso: La mascarilla debe ser ajustada con las correas a la cara Los filtros deben ser alojados en la parte lateral de la careta</p>
<p>No debe usarse:</p>	<p>Se debe usar en: Pintura de superficies, manipulación de sustancias químicas.</p>

FICHA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
<p>Elemento (nombre y marca): Casco de seguridad dieléctrico tipo I clase E Marca : steelpro Ref. 10-03</p>	<p>Certificados de Calidad: ANSI Z89.1 - 2009</p>
<p>Descripción y composición: Casco elaborado en copolimero de polipropileno Etileno que asegura una alta resistencia a la electricidad, el impacto y la llama. Conexión para barboquejo de 4 apoyos</p>	
<p>Tallas disponibles Estándar</p>	
<p>Mantenimiento requerido: Limpieza con agua tibia que no exceda los 25 °C y jabón con PH neutro. No usar detergentes, desengrasantes, solventes o productos químicos.</p>	
<p>Niveles de protección brindados: Protege contra riesgos de golpes, caídas de objetos, choques.</p>	<p>Indicaciones de uso: Hacer chequeo frecuente a los cascos de uso diario. Jamás se siente encima, no los comprima al transportar en maletines, no golpearlos ni dejarlos caer, evitar el contacto con elementos puntiagudos o afilados. Protegerlos de productos químicos.</p>
<p>No debe usarse:</p>	<p>Se debe usar en: Indicado para trabajos en alturas, construcción.</p>

FICHA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Elemento (nombre y marca): Guantes tipo ingeniero de vaqueta	Certificados de Calidad:
Descripción y composición: Guante en vaqueta o cuero de res, color amarillo o gris, reforzado en costuras, vaqueta calibrada de alta suavidad lo que permite confort y maniobrabilidad en el uso,	
Tallas disponibles Talla única, manga corta.	
Mantenimiento requerido: Estos guantes en Vaqueta no deben ser mojados, se deben almacenar en lugares secos y ventilados para evitar su deterioro. El trabajador debe tener las manos limpias y secas antes de ponerse los guantes. Los guantes deben estar secos y libres de humedad antes de usarlos.	
Niveles de protección brindados: Este guante está recomendado para usos en el sector metalmecánico, para manipulación de metales, flejes, varillas, e incluso para labores de soldadura de punto o eléctrica, además, altamente resistente para labores varias, como cargue y descargue de mercancía etc.	Indicaciones de uso: Trabajos con materiales pesados y ensamblajes. Pulido de piezas metálicas y materiales abrasivos y punzantes Labores de cargue y descargue, tareas relacionadas con la construcción.
No debe usarse: Tareas que requieran agarre perfecto, trabajos en caliente.	Se debe usar en: Labores de mantenimiento y construcción.

FICHA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
<p>Elemento (nombre y marca):</p> <p>Guantes de caucho industrial. Marca: Indulutex</p>	<p>Certificados de Calidad:</p>
<p>Descripción y composición:</p> <p>Materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables, antialérgicos, no deben producir dermatitis. En PVC normal (policloruro de vinilo), en su defecto de caucho, neopreno o buna N.</p>	
<p>Tallas disponibles</p> <p>Talla 9 calibre 40</p>	
<p>Mantenimiento requerido:</p> <p>Estos guantes sirven para uso doméstico, industrial y agrícola. El trabajador debe tener las manos limpias y secas antes de ponerse los guantes. Los guantes deben estar secos y libres de humedad antes de usarlos.</p>	
<p>Niveles de protección brindados:</p> <p>Este guante es resistente a soda cáustica, ácido, jabón, sales y productos químicos.</p>	<p>Indicaciones de uso:</p> <p>Labores de limpieza de áreas y taponamiento de tuberías.</p>
<p>No debe usarse:</p> <p>Manipulación de varsol, thinner, gasolina y ACPM.</p>	<p>Se debe usar en:</p> <p>Labores de aseo y desinfección, manipulación de aguas lluvias y de alcantarillado.</p>

FICHA DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Elemento (nombre y marca): Careta visor Marca Zubi-Ola Ref: 11887.805	Certificados de Calidad: Ansi Z87.1
Descripción y composición: Protege los ojos y la cara de polvo, virutas, chispas, calor, salpicaduras químicas y otras sustancias que puedan afectar el rostro del trabajador. Adecuada para trabajos de rectificado, rebabado, pulido y brillo de objetos metálicos en esmeril, trasvasado de sustancias químicas, esculpir, tallar y cepillar madera, al igual que trabajos para guadañar. Se puede utilizar con anteojos formulados o de seguridad.	
Tallas disponibles: Estándar	
Mantenimiento requerido: Cambio del visor cuando esté muy rayado.	
Niveles de protección brindados: Protección facial de emisión de partículas y de salpicadura de sustancias químicas.	Indicaciones de uso: Trabajos con guadaña en donde haya emisión de partículas, en laboratorios se debe usar si hay riesgo de salpicadura de sustancias químicas.
No debe usarse:	Se debe usar en:

ANEXO 22: Cartas de autorización de tesis del municipio de Catache.



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE
Santa cruz - Cajamarca
R.U.C. N° 20185117627



"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Catache, 05 de febrero del 2016.

CT: 001-2016/MUNICIPALIDAD DE CATACHE.

Señorita:

Ing. Mgtr. SONIA SALAZAR ZEGARRA

Directora de Escuela de Ingeniería Industrial – USAT.

Presente.

Asunto: **Autorización a Juan José Quispe Estela.**

Mediante la presente le saludo y a la vez informar que el Sr. Juan José Quispe Estela estudiante de la facultad de ingeniería industrial la cual usted dirige, identificada con DNI N° 44559874 y código de matrícula 131PE45139 tiene acceso a la información que requiera para el proceso de realización del proyecto de investigación el cual se basa en proponer una planta de compostaje aprovechando los residuos orgánicos generados por la población de Catache.

Sin otro en particular, me despido.

Atentamente.


CPCO Héctor O. Campos Ugaz
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CATACHE
ALCALDE

MUNICIPALIDAD DISTRITAL CATACHE

BACH. ADM. COSIMO SÁVILA BECERRA
SERVICIOS PÚBLICOS LOCALES