



03 MAR. 2020

LILY ROXANA MEDINA TELLO
Secretaría General

Municipalidad de Santiago de Surco

RESOLUCIÓN N° 229-2020-RASS
Santiago de Surco,
03 MAR. 2020

EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO DE SURCO

VISTO: Los Memorándums Nros. 036 y 060-2020-GSC-MSS de la Gerencia de Servicios a la Ciudad, los Memorándums Nros. 69 y 129-2020-GPP-MSS de la Gerencia de Planeamiento y Presupuesto, el Informe N° 90-2020-GAJ-MSS de la Gerencia de Asesoría Jurídica, el Memorándum N° 176-2020-GM-MSS de la Gerencia Municipal, sobre el Plan de Adecuación de Infraestructura para la Valorización de Residuos Orgánicos; y

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 1° del Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, con la finalidad de proponer hacia la maximización constante de la eficiencia en el uso de los materiales y asegurar la gestión y manejo de los residuos sólidos económica, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a las obligaciones, principios y lineamientos de este Decreto Legislativo; precisando en su Artículo 24° de la Ley 27972, establece que las Municipalidades distritales son responsables por la prestación de los servicios de recolección y transporte de los residuos sólidos de origen domiciliario, comerciales y aquellas que generen residuos similares a estos y de la limpieza de espacios y monumentos Públicos en su jurisdicción;

Que, en el Artículo 1° del Título Preliminar de la Ley General del Ambiente Ley N° 28611 se establece la gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presentan características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales;

Que, el Artículo 80° de la Ley Orgánica de Municipalidades Ley N° 27972 establece, que en materia de saneamiento, salubridad y salud, es de función específica exclusiva de las municipalidades distritales de promover el servicio de limpieza pública, determinando la áreas de acumulación de desechos, rellenos sanitarios y el aprovechamiento industrial de los desperdicios;

Que, el Artículo 24° del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, indica que las Municipalidades distritales están obligadas a regular y fiscalizar el manejo y la prestación de servicios de residuos sólidos de su jurisdicción, debiendo implementar progresivamente programas de segregación y recolección selectiva en todo ámbito de su jurisdicción, facilitando la valorización de los residuos, reaprovechamiento y asegurando su disposición final diferenciada y técnicamente adecuada, y deberán definir en coordinación con sus dependencias correspondientes, planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos y respectivos instrumentos de planificación;

Que, el Artículo 51° del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, refiere que las municipalices deben valorizar, prioritariamente, los residuos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes y mercados municipales, así como, de ser factible, los residuos orgánicos de origen domiciliario. Los programas de parques y jardines de las municipalidades son beneficiarios prioritarios del compost, humus o biochar producido con los residuos orgánicos que se generan a partir del servicio de limpieza pública. En caso de excedentes estos podrán ser destinados a donación en general o intercambio con otras municipalidades;

Que, el Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM que aprobó la Política Nacional del Ambiente prescribe en el eje de política, 2: Gestión Integral de la calidad ambiental; Componente 4. Residuos Sólidos como un lineamiento de política del sector, el fortalecimiento de la gestión de los gobiernos regionales y locales en materia de residuos sólidos en ámbito municipal, priorizando su reaprovechamiento; asimismo, de acuerdo al instructivo del MINAM el Programa de Valorización de Residuos sólidos orgánicos municipales se aprueba mediante Resolución de Alcaldía;

Que, el Artículo 304° del Código Penal modificado por el Artículo 2° del Decreto Legislativo N° 1351, legisla sobre el delito de Contaminación del Ambiente, señalando que: "El que, infringiendo leyes, reglamentos o límites máximos permisibles, provoque o realice descargas, emisiones, emisiones de gases tóxicos, emisiones de ruido, filtraciones, vertimientos o radiaciones contaminantes en la atmósfera, el suelo, el subsuelo, las aguas terrestres, marítimas o subterráneas, que cause o pueda causar perjuicio, alteración o daño grave al ambiente o sus componentes, la calidad ambiental o la salud ambiental, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de cuatro años ni mayor de seis años y con cien a seiscientos días-multa. Si el agente actuó por culpa, la pena será privativa de libertad no mayor de tres años o prestación de servicios comunitarios de cuarenta a ochenta jornadas";



13 MAR. 2020

LILY ROXANA MEDINA TELLO
Secretaría General

Municipalidad de Santiago de Surco

Página N° 02 de la Resolución N° 229-2020-RASS

Que, mediante Memorándums Nros. 036 y 060-2020-GSC-MSS la Gerencia de Servicios a la Ciudad, adjuntando los Informes Técnicos Nros. 002 y 003 -2020-GMS-GSC-MSS, remite el Plan de Adecuación de Infraestructura para la Valorización de Residuos Orgánicos de la Municipalidad de Santiago de Surco, el que tiene como objetivo reaprovechar los residuos orgánicos generados en el distrito dándoles un valor agregado a través de la realización de una técnica para producir fertilizante orgánico, en cumplimiento del Artículo 51° del Decreto Legislativo N° 1278 — Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos;

Que, con los Memorándums Nros. 69 y 129-2020-GPP-MSS la Gerencia de Planeamiento y Presupuesto, señala que el objeto del Plan de Adecuación de Infraestructura para la Valorización de Residuos Orgánicos es congruente con el Plan de Desarrollo Local Concertado (PDLC) 2017-2021, que contiene el Objetivo Estratégico: "Asegurar la calidad ambiental de la ciudad", con el Plan Estratégico Institucional (PEI) 2019-2022, que incluye el Objetivo Estratégico Institucional OEI.03: "Promover la Gestión Ambiental en el distrito" y el Plan Operativo Institucional (POI) Multianual 2020- 2022 en el Programa Presupuestal 036 "Gestión Integral de Residuos Sólidos" a cargo de la Gerencia de Servicios a la Ciudad;

Que, mediante Informe N° 90-2020-GAJ-MSS la Gerencia de Asesoría Jurídica, opina que resulta procedente la aprobación de el Plan de Adecuación de Infraestructura para la Valorización de Residuos Orgánicos de la Municipalidad de Santiago de Surco, en cumplimiento del Decreto Legislativo N° 1278;

Que, con Memorándum N° 176-2020-GM-MSS la Gerencia Municipal considera viable la aprobación del Plan de Adecuación de Infraestructura para la Valorización de Residuos Orgánicos de la Municipalidad de Santiago de Surco;

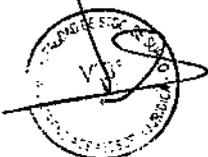
Estando al Informe N° 90-2019-GAJ-MSS de la Gerencia de Asesoría Jurídica, de conformidad con lo dispuesto por los Artículos 20°, Inciso 6) y 42° de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades;

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR el PLAN DE ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE LA MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO DE SURCO, que se adjunta a la presente Resolución.

ARTÍCULO SEGUNDO.- ENCARGAR a la Gerencia Municipal, a la Gerencia de Servicios a la Ciudad, a la Gerencia de Planeamiento y Presupuesto, el cumplimiento de la presente Resolución, y a la Gerencia de Tecnologías de la Información, la publicación de la presente Resolución en el Portal Web de la Municipalidad de Santiago de Surco.

Regístrese, comuníquese y cúmplase.



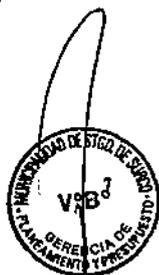
Municipalidad de Santiago de Surco

LILY ROXANA MEDINA TELLO
Secretaría General

Municipalidad de Santiago de Surco

JEAN PIERRE COMBE PORTOCARRERO
ALCALDE

PLAN DE ADECUACION DE INFRAESTRUCTURA PARA LA VALORIZACION DE RESIDUOS ORGANICOS



2020

INDICE

I. ESTADO SITUACIONAL.....	3
II. OBJETIVO	3
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
III. MARCO LEGAL	4
IV. DISEÑO DE ACTIVIDADES INVOLUCRADAS.....	4
4.1. COMPOSTAJE.....	4
4.1.1. Fase de implementación.....	5
4.1.2. Fase de operación	5
4.2. BIODIGESTIÓN	7
4.2.1. Dimensionamiento del sistema	7
4.2.2. Alimentación al biodigestor.....	8
V. AREA DE TRABAJO E INFRAESTRUCUTRUA	9
5.1. ÁREA DE COMPOSTAJE	9
5.2. ADECUACIÓN DEL ÁREA DEL BIODIGESTOR	11
VI. RESULTADOS ESPERADOS	12
6.1. COMPOST	12
6.2. BIODIGESTOR	12
VII. MEMORIA DE CÁLCULO.....	13
7.1. DIMENSIONAMIENTO DEL ÁREA	13
7.2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIREACIÓN.....	13
7.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOZA	14
7.4. INSUMOS REQUERIDOS	15
VIII. RECURSOS Y PRESUPUESTO	16
8.1. SISTEMA DE COMPOSTAJE	16
8.1.1. Materia orgánica	16
8.1.2. Infraestructura	16
8.1.3. Microorganismos eficientes.....	16
8.2. SISTEMA DE BIODIGESTIÓN	17
IX. ACCIONES DE MONITOREO	17
X. CONCLUSIONES.....	17



I. ESTADO SITUACIONAL

El plan denominado: "Plan de Adecuación de Infraestructura para la Valorización de Residuos Orgánicos" ha sido propuesto por el equipo de Gestión Ambiental Urbana y Asesoramiento Técnico de Producción de Abonos, de la Gerencia de Servicios a la Ciudad en cooperación con personal de las Subgerencias a su cargo como parte de sus funciones en: planificar, organizar, dirigir, y controlar las actividades de Gestión Ambiental, de acuerdo con los lineamientos de políticas, objetivos y metas dirigidas a implementar y consolidar en el sistema de Gestión Ambiental Local.

El proyecto atiende a la necesidad de reaprovechar los residuos orgánicos generados en el distrito de Santiago de Surco dándoles un valor agregado a través de la realización de técnicas para la producción de fertilizantes orgánicos (compost, Biol, biosol), y con esto optimizar y mejorar las áreas verdes de los parques municipales. Además, esto aumenta la capacidad de conciencia de las personas ya que se busca que los vecinos participen donando sus residuos orgánicos, segregándolos de manera correcta y ayudando al ambiente.

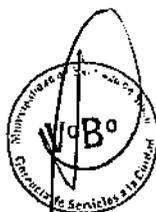
En conclusión, la finalidad del plan es congruente con el Plan de Desarrollo Local Concertado (PDL) 2017-2021, Plan Estratégico Institucional (PEI) 2019-2022, que incluye el Objetivo Estratégico Institucional OEI.03 "Promover la Gestión Ambiental en el Distrito" y el Plan Operativo Institucional (POI) multianual 2020-2022 en el Programa Presupuestal 036 "Gestión Integral de Residuos Sólidos" a cargo de esta Gerencia.

II. OBJETIVO

Adecuar la infraestructura de valorización de los residuos orgánicos generados en el distrito mediante la ampliación y mejoramiento de las áreas de trabajo.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar y desarrollar un sistema de compostaje eficiente y a gran escala capaz del reaprovechamiento de los residuos orgánicos de gran porcentaje del distrito de Santiago de Surco.
- Realizar el mantenimiento correctivo del biodigestor, el sistema de conexiones y la infraestructura.
- Desarrollar un sistema de pretratamiento de los residuos orgánicos municipales provenientes de restos de alimentos.
- Implementar un sistema integrado para el tratamiento de los residuos orgánicos de la municipalidad utilizando un biodigestor



III. MARCO LEGAL

- Ley N°28611, Ley general del Ambiente, en el artículo Primero.
- Ley N° 27972, Ley orgánica de Municipalidades.
- Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM.
- Otros dispositivos que surjan en el marco de las normas antes referidas.

IV. DISEÑO DE ACTIVIDADES INVOLUCRADAS

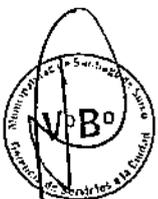
4.1. COMPOSTAJE

Busca implementar un espacio para la generación de un sistema eficiente para la producción continua de compost a partir de los residuos orgánicos producidos por las actividades municipales y de terceros que se encuentren en el distrito de Santiago de Surco. Además, el sistema de compostaje es de fácil implementación y operación, por lo que no necesita de mucha mano de obra para su desarrollo.

El sistema consiste en la construcción de una plataforma hecha a base de briquetas ecológicas generadas por el reciclaje de residuos de construcción (esto genera un valor agregado al proyecto), por el cual ingresen tubos de PVC con orificios de un tamaño en específico para asegurar la correcta aireación de las pilas de compostaje.

Las pilas de compostaje estarán distribuidas de manera uniforme en la plataforma de briquetas y abarcarán un área que facilitará el volteo con una excavadora frontal, la cual ya se encarga de realizar los volteos en el sistema actual de compostaje (zanja).

Para evitar los malos olores y la proliferación de vectores producto de la putrefacción de la materia orgánica, se colocará una malla *raschel* en la superficie de las pilas de compostaje y una capa de área y o tierra, lo cual evitará la propagación de los malos olores, también evitará que los insectos pueden rondar cerca de las pilas. Las pilas de compostaje estarán alineadas de manera horizontal sobre la plataforma con una separación prudente para que el operario tenga facilidad de acción y mantenimiento. El proyecto constará de dos fases para su implementación y operación, con el fin de que este sea sostenible en el tiempo y trascienda a las futuras gestiones municipales.



4.1.1. Fase de implementación

La fase de implementación constará de la construcción de la plataforma con las briquetas ecológicas. La plataforma tiene un área de 156m² distribuida con 26m de largo y 6m de ancho. Los espacios vacíos de las briquetas serán utilizados para direccionar los tubos PVC de aireación de 1 ½" los cuales tendrán orificios con un diámetro de ¼", y estos una separación de 5cm. Los tubos estarán anclados con una "T" de PVC de forma que la conexión de aire sea uniforme y entre los tubos horizontales y verticales.

Los tubos tendrán una altura de 1.5m ya que las pilas de compost tendrán una altura aproximada de 1.3m, y estos deben sobresalir ya que podrían obstruirse si no se hiciera. Cada pila contará con una grilla de nueve tubos verticales (3 tubos verticales por cada tubo horizontal), esto generará una aireación homogénea.

Durante el proceso de elaboración de compost, además que serán fácilmente desarmables cuando se requiera mantenimiento o cuando se realice el volteo. Finalmente se realizará el compostaje agregando restos de poda, restos de frutas, aserrín, estiércol de caballo y hojas o verduras para finalmente protegerlo con una malla *raschel* como se indicó anteriormente.

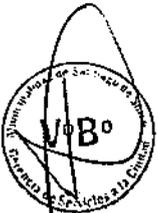
4.1.2. Fase de operación

La fase de operación constará de la producción propia del compost para lo cual se empleará los siguientes elementos

Compost			
Con Estiércol de caballo		Sin Estiércol de caballo	
Materia orgánica	Peso (kg)	Materia orgánica	Peso (kg)
Poda	3500	Poda	5000
Restos de fruta	400	Restos de fruta	550
Aserrín	50	Aserrín	50
Estiércol de caballo	2000	Hojas	400
Hojas	550		

Se consideró para ambos casos (con y sin estiércol de caballo) un peso de 6500 kg, ya que luego del proceso de compostaje la materia orgánica inicial pierde entre 5 -10% de su peso.

Para el caso de la poda y restos de fruta, esta materia orgánica tiene que ser reducida en su tamaño de manera manual, ayudados con una pala para beneficiar el tiempo de descomposición; de diferente manera cuando se emplee el estiércol de caballo este tiene que ser secado previamente dependiendo el nivel de humedad que tenga.



Aquí podemos acelerar el proceso de compostaje de un tiempo normal de 6 meses reducirlo a 2 meses aproximadamente con la utilización de microorganismos eficientes, que aceleraran en un 50 a 60% el proceso de descomposición de la materia orgánica, reduciendo en un 70 % el tiempo de producción del compost.

Compost normal		Tiempo 6 meses
↓		
Compost con microorganismos eficientes	Tiempo 2 meses	Reducción del 70% de tiempo de producción

Estos microorganismos al ser adquiridos necesitan ser activados y posteriormente reproducidos para que recién se empleen directamente en el proceso de compostaje, específicamente se vierten en cada volteo semanal. En la siguiente tabla se especificará la cantidad de insumo por Tonelada de compost para poder activar estos microorganismos eficientes por volteo:

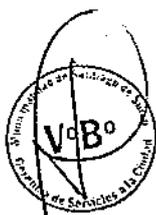
EM activado		
Melaza(ml)	Agua (ml)	EM sepa pura (ml)
100	1800	100

Pasada una semana en estado de reposo dentro de un recipiente y en un ambiente cálido, este EM activado tiene que ser reproducido, los datos se especifican en la siguiente tabla:

EM reproducido (20 litros)		
N° volteos	Agua (L)	EM activado (L)
1	18	2

Finalmente, este EM reproducido se vierte directamente en el compost de forma manual, cada vez que se realiza el volteo semanal. Se van a realizar 6 volteos por cada compost, y para este caso se realizarán total de 5 compost, en la siguiente tabla se especificarán las cantidades necesarias de EM (sepa pura) a emplear cada dos meses:

Numero de Compost	Peso de compost unitario (Tn)	Numero de volteos por compost	Peso de compost total (Tn)	EM sepa pura (L)
1	1	1	1	0.1
5	6	6	30	18



4.2. BIODIGESTIÓN

El proyecto consiste en el mantenimiento correctivo del biodigestor con base en su diseño de infraestructura y la operación de este, considerando la alimentación (materia prima que ingresa al biodigestor) y sus características como parámetros de diseños (dimensiones con base en la alimentación y producción de biogás, biosol y biol). Así mismo, se realizará un diseño de ingeniería que se ajuste a las necesidades del distrito para la generación de energía y el tratamiento de los residuos orgánicos.

Como parte del proyecto, se busca implementar un sistema de pre tratamiento para los residuos orgánicos que no sean restos de poda o estiércol, ya que el biodigestor está diseñado para recibir una alimentación de materia prima como la mencionada anteriormente; sin embargo, en caso se requiera utilizar residuos orgánicos provenientes de alimentos y merma, se necesita emplear una técnica de pre digestión o pre compostaje como Trituración y Bokashi.

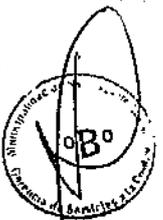
El inicio de la ejecución del proyecto se basa en el mantenimiento del biodigestor y el mejoramiento del diseño de conexiones, por lo que es necesario desarmar todo el sistema y limpiar la geomembrana con el fin de eliminar restos de materia putrefacta que genera sub productos no deseables como sulfuro de hidrógeno (H_2S) o amoniaco (NH_3). Las conexiones entre el biodigestor (geomembrana con materia de alimentación), el gasómetro y la trampa, necesitan ser cambiadas en su totalidad, ya que las medidas y uniones no son las correctas, además, es necesario la conexión aun filtro de hierra para capturar subproductos y que no interfieran con el correcto funcionamiento del sistema.

En general, el sistema estará constituido en su totalidad por una planta a escala piloto con el fin de interconectar el sistema de compostaje y el biodigestor. Los residuos orgánicos que ingresen a la planta serán almacenados y separados según la necesidad, ya que algunos necesitarán pre tratamiento y otros podrán ingresar de manera directa al biodigestor. Los productos obtenidos por el biodigestor serán utilizados a conveniencia ya que pueden servir como abono foliar en caso del biol, mejorador de compost en caso del biosol, o para la generación de energía en caso del biogás.

Se estima que la alimentación del biodigestor provendrá del excedente de residuos colectados para el sistema de compostaje, lo cual será aproximadamente 5 toneladas mensuales, pudiendo generar esto hasta un total de 1000 m³ de biogás mensualmente común contenido de 60% en metano (CH_4). Esta producción de biogás servirá para alimentar de forma continua a las instalaciones eléctricas. Cabe resaltar que los lodos generados en las plantas de tratamiento que posee el distrito también pueden servir como materia prima para el biodigestor.

4.2.1. Dimensionamiento del sistema

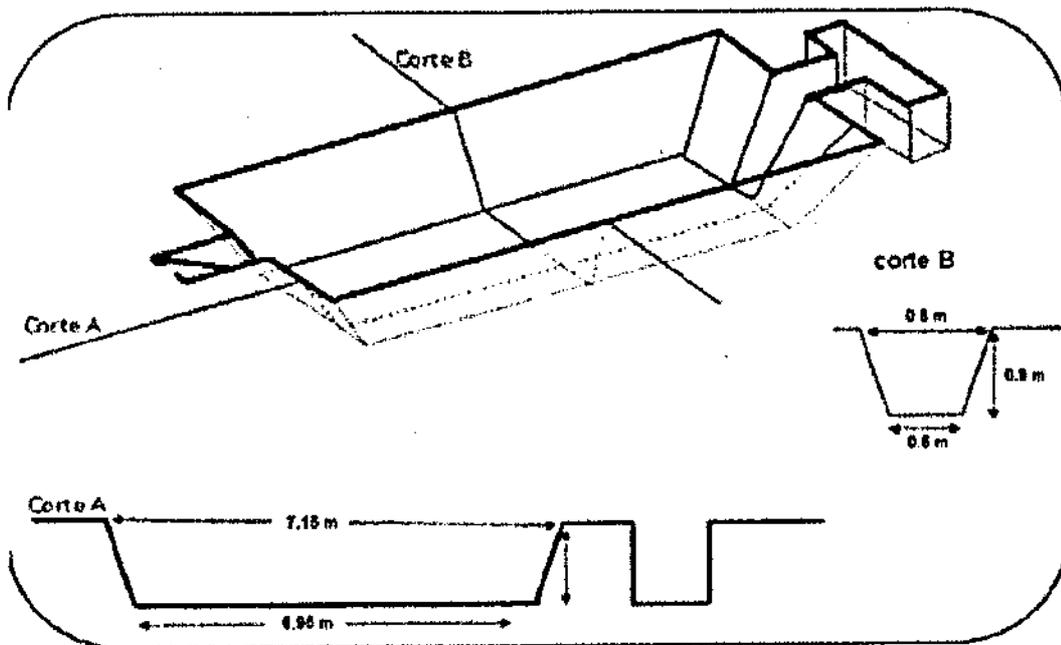
El dimensionamiento del biodigestor se basará en la capacidad volumétrica que posee la geomembrana para las reacciones, teniendo las siguientes características:



Diámetro de rollo	1.05 m
Largo de rollo	6.95 m
Profundidad de zanja	0.9 m
Base superior de zanja	0.8 m
Base inferior de zanja	0.6 m
Relación L/d	6,61
Volumen total	6 m ³
Tiempo de retención	25 días

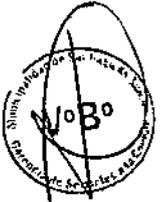
Las dimensiones consideradas para este sistema se basan en un ancho de rollo de aproximadamente 1,75 m ya que este corresponde a un diámetro de 1.12 m, muy parecido al que se tiene.

Con dichas características, se debería optimizar la zanja del biodigestor con las siguientes medidas para no estropear la geomembrana y evitar reparaciones (parchados):



4.2.2. Alimentación al biodigestor

La alimentación al biodigestor, como se mencionó anteriormente, constará del excedente de residuos orgánicos recolectados para el sistema de compostaje. Si necesario realizar un pretratamiento a los residuos orgánicos provenientes de alimentos de fracción gruesa. Por tal motivo, se requiere realizar un molido y triturado de los residuos gruesos y aplicar un medio de cultivo conocido como Bokashi, el cual realizará una predigestión de estos.



En el caso de estiércol, es necesario que este se encuentre con un 10-20% de peso seco para mejorar la producción de biogás, para lo cual es necesario contar con datos calculados del peso de la muestra seca, el contenido de humedad, el contenido de sólidos, así como parámetros orgánicos como la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), y la concentración de Ácidos Grasos Volátiles (AGV).

Para este proyecto, se deberá realizar una caracterización previa de los residuos que se obtendrán del recojo de establecimientos como mercados y hogares, con el fin de alimentar de forma correcta al biodigestor, evitando posibles fallos a futuro. Es importante mencionar que la caracterización de los residuos se realizará durante las primeras semanas de ejecución del proyecto en paralelo con el mantenimiento.

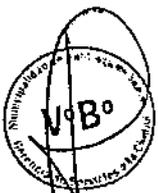
V. AREA DE TRABAJO E INFRAESTRUCUTRUA

5.1. ÁREA DE COMPOSTAJE

Actualmente el área de compostaje se encuentra ubicado dentro de las instalaciones del vivero municipal N°01- Parque Voces por el Clima, abarcando un área de aproximadamente 15 m² el cual nos da una capacidad de producción de compost de 7 toneladas aproximadamente (véase Foto N°1) cada 3-4 meses lo cual es una producción baja para la cantidad de residuos orgánicos municipales a valorizar que llegan del mercado Anexo 02 "Jorge Chávez"; es por ello que se vio necesario -previo estudio de espacio- la reubicación del área de compostaje a una más amplia, con mejor aireación y de mejor acceso para la maquinaria que realizaría el volteo.



Foto N°1. Área de compostaje



Esta área de reubicación se propone estar situada dentro de las instalaciones del Parque Voces por el Clima, con un área que abarca 140 m², esta área de reubicación se especifica en las siguientes imágenes:



Imagen N°2. Área de reubicación (vista planta)

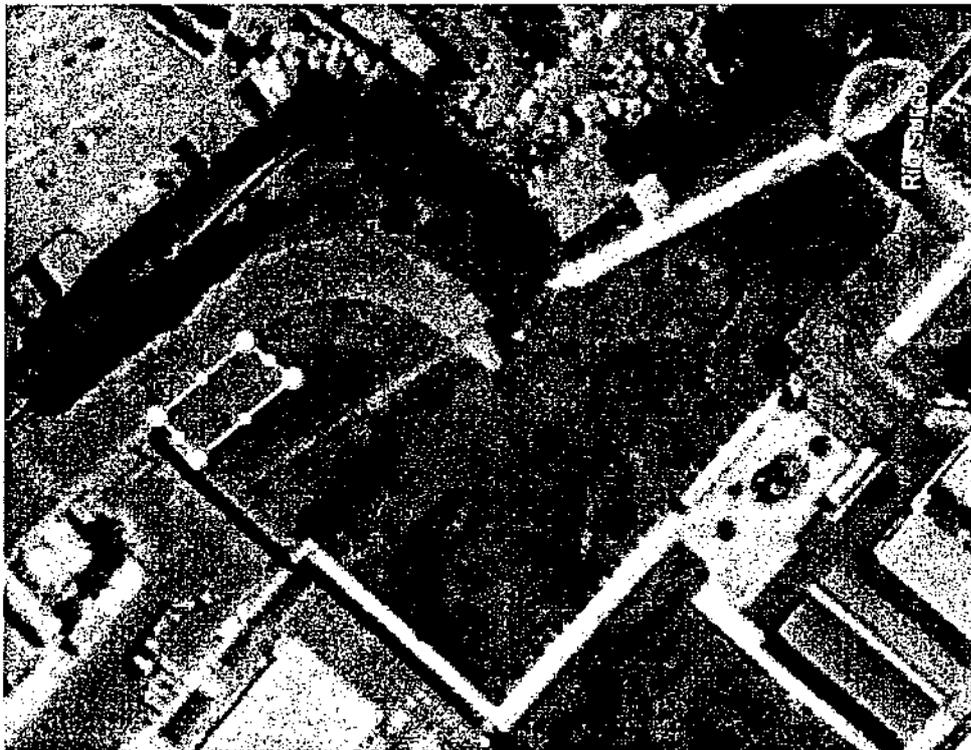


Imagen N°3. Área de reubicación exacta (156m²)

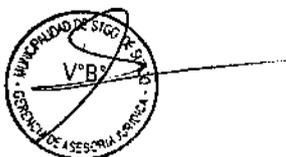




Imagen N°4. Área de reubicación exacta (156 m²)

Los beneficios directos de esta reubicación son:

- Mayor espacio para tratamiento de valorización de residuos sólidos orgánicos.
- Mejor aireación para el proceso de compostaje y aceleración del tratamiento.
- Mejor acceso para maquinaria encargada de volteo.
- Mejor acceso de público si en caso se desea habilitarlo.

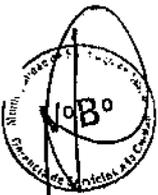
5.2. ADECUACIÓN DEL ÁREA DEL BIODIGESTOR

La infraestructura que contiene el biodigestor hace que el tanque de biodigestión se encuentre muy presionado por las siguientes razones:

- El tubo de evacuación de gas se encuentra mal posicionado y agrega gran presión al tanque de biodigestión.



Imagen N°5. Tubo de salida de gas. (156m²)



- La infraestructura que contiene el tanque de biodigestión genera una presión excesiva sobre el mismo, por lo que se sugiera agrandar el espacio contenedor o en todo caso colocar el tanque en superficie.

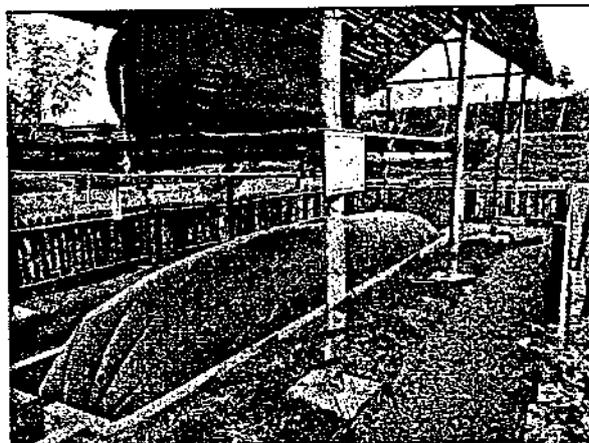


Imagen N°5. Tubo de salida de gas. (156m²)

VI. RESULTADOS ESPERADOS

6.1. COMPOST

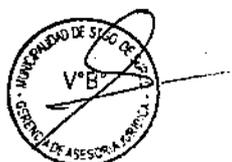
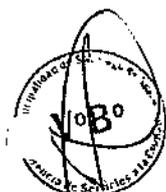
Se espera que la producción aumente a 30 toneladas de compost producidas cada dos meses para la alimentación de 120 000 m² de áreas verdes, lo cual equivale a aproximadamente 24 parques, considerando las medidas de los parques en 5000 m², con un costo mínimo de producción, pudiendo además ser comercializado a largo plazo para generar utilidades a la municipalidad. **Esto es 144 parques anuales.**

De acuerdo a la proyección realizada en base al diseño del sistema de compostaje se espera abastecer el 11% del total de áreas verdes del distrito de manera anual.

6.2. BIODIGESTOR

Se espera que el biodigestor se encuentre operativo al 100% de su capacidad luego del mantenimiento, con una alimentación de 5 Tn de materia prima o 4.5 m³ de la capacidad total del biodigestor en alimentación diaria. De forma mensual se tratará un 25% de los residuos orgánicos recolectados, lo cual representa una generación de hasta 4000 L de abono foliar (biol) y 500 kilogramos de biosol.

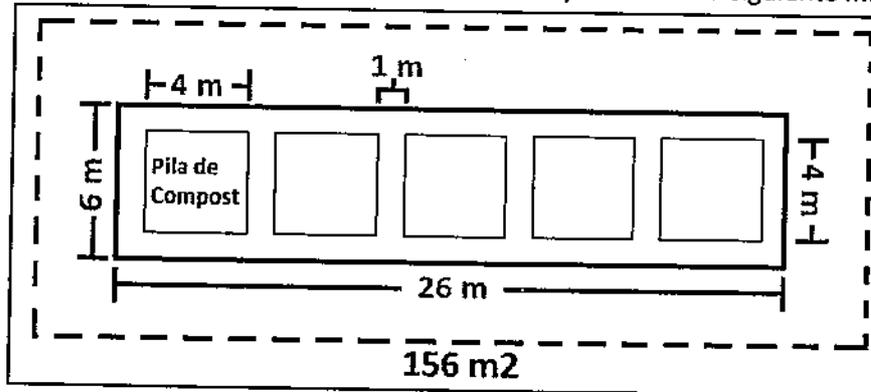
Además, se espera la generación de 1000 m³ de biogás crudo generados de forma mensual para ser utilizado de fuente de energía de diversos equipos en el "Parque Ecológico Voces por el Clima".



VII. MEMORIA DE CÁLCULO

7.1. DIMENSIONAMIENTO DEL ÁREA

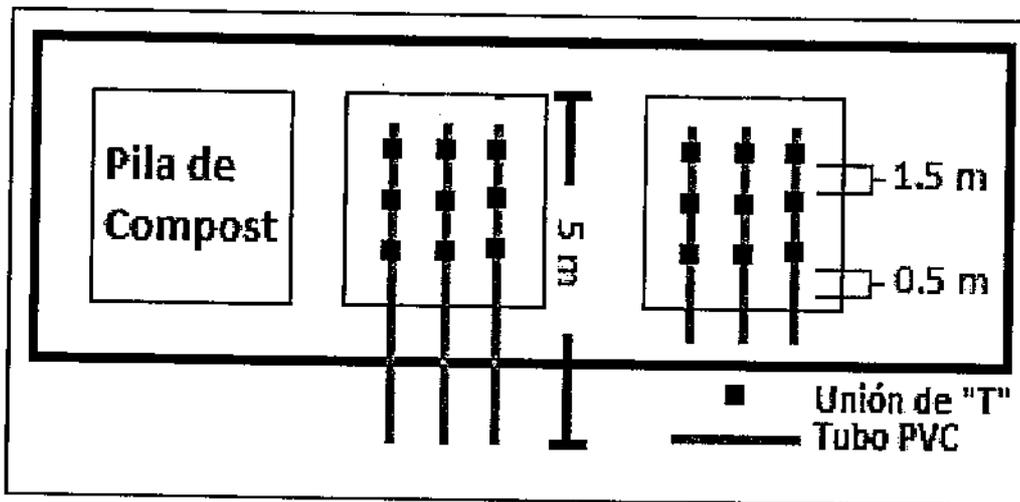
El área para la implementación del sistema está expresada de la siguiente manera:



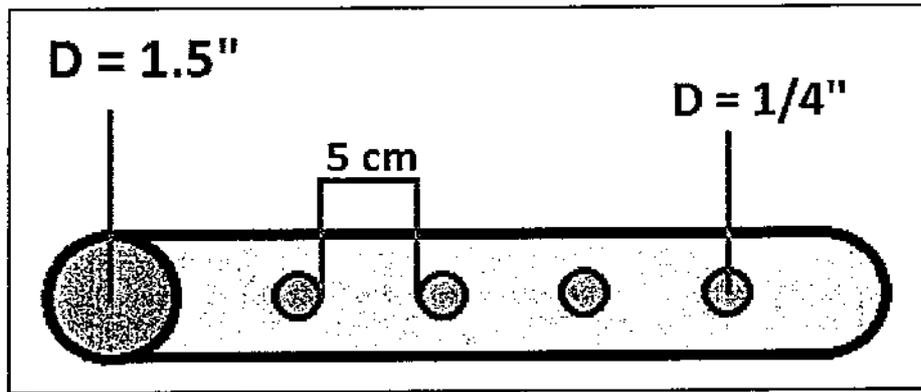
Se tuvo en cuenta para el dimensionamiento la facilidad y comodidad de los operarios del sistema cuando se realice el mantenimiento, volteo de pilas u otra medida en el sistema. Se tomará una altura de 1.5 m para todo el sistema teniendo en cuenta la altura de las pilas de compost, así como los tubos PVC del sistema de aireación.

7.2. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIREACIÓN

El sistema de aireación es de tipo grilla, la cuál ha sido utilizada en proyectos similares para la aireación prolongada y homogénea del compost. A continuación, se especifica las dimensiones del sistema:



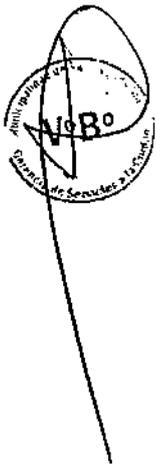
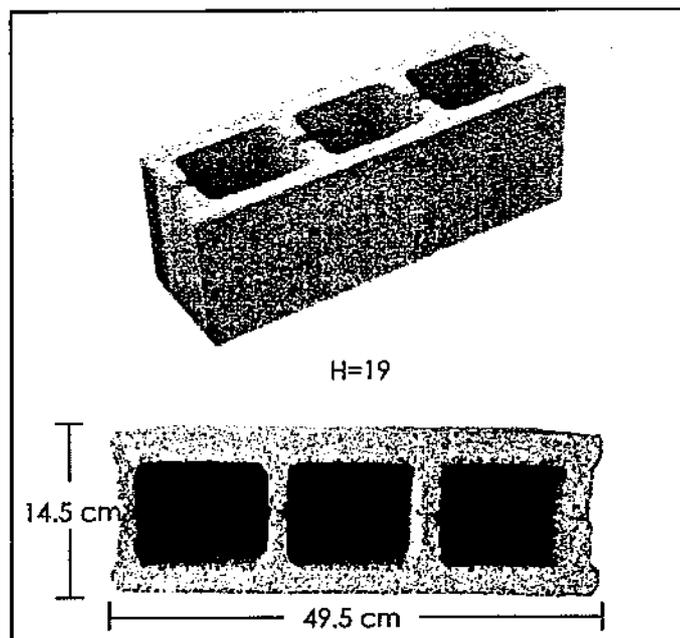
El sistema de aireación constara de grillas de 3.5 m de largo por 2 m de ancho, por lo que se podrán colocar 9 tubos verticales de 1.5 m unidos por una "T" en la parte inferior. Los tubos cuentan con orificios a lo largo para que la aireación homogénea, y presenta las siguientes medidas:



En total se contará con 45 tubos de forma vertical y 15 tubos de forma horizontal dando un total de 150 m de tubos PVC, considerando los espacios entre tubos, además del tubo sobresaliente de las briquetas para las conexiones.

7.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOZA

La loza requerida para la implementación del sistema, estará constituida por briquetas que presentan las siguientes dimensiones:



Para la construcción de la loza se necesitarán, según las medidas de las briquetas, 1696 unidades para un área de 156 m² por lo que se solicita un total de 2000 briquetas considerando la loza y un pequeño almacén (opcional)

Tabla 1: Especificaciones técnicas de briquetas

Dimensiones	14.5 cm x 19cm x 49.5 cm
Peso Promedio	14.7 kg
Rendimiento	10.2 piezas por m ²
Resistencia a la compresión	>8.5 Mpa o 81.57 Kg/cm ²



7.4. INSUMOS REQUERIDOS

La fase de operación constará de la producción propia del compost para lo cual se empleará los siguientes elementos:

Tabla 2: Requerimiento de insumos para compostaje

COMPOST			
Con Estiércol de caballo		Sin Estiércol de caballo	
Materia orgánica	Peso (kg)	Materia orgánica	Peso (kg)
Poda	3500	Poda	5000
Restos de fruta	400	Restos de fruta	550
Aserrín	50	Aserrín	50
Estiércol de caballo	2000	Hojas	400
Hojas	550		

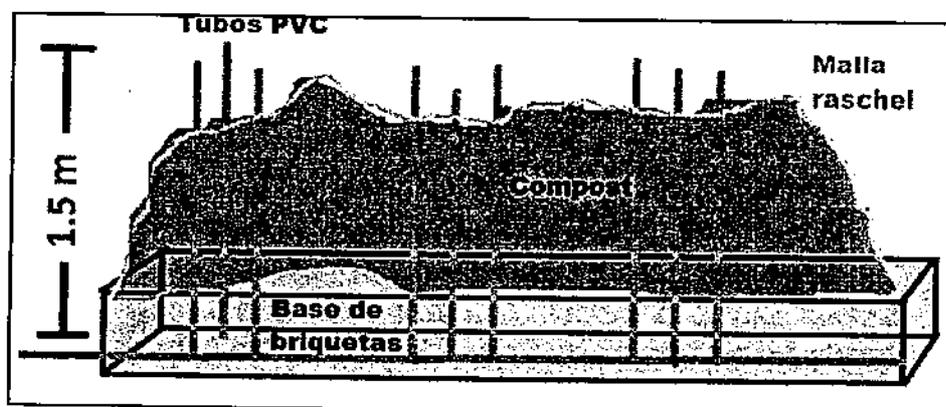
Se consideró para ambos casos (con y sin estiércol de caballo) un peso de 6500 kg, ya que luego del proceso de compostaje la materia orgánica inicial pierde entre 5 10% de su peso.

Se realizarán 6 volteos por cada pila de compost. En la siguiente tabla se especificarán las cantidades necesarias de EM (sepa pura) a emplear cada dos meses:

Tabla 3: Requerimiento de microorganismos efectivos para compost

Numero de Compost	Peso de compost unitario (Tn)	Numero de volteos por compost	Peso de compost total (Tn)	EM sepa pura (L)
1	1	1	1	0.1
5	6	6	30	18

El sistema de compostaje, luego de la fase de implementación, presentará las siguientes características de diseño y materiales:



VIII. RECURSOS Y PRESUPUESTO

El presupuesto del presente plan ha sido calculado en base a los materiales necesarios para la ejecución de las actividades mencionadas anteriormente: A continuación se detallan los requerimientos necesarios para la adecuación de la infraestructura y operación de los sistemas de valorización:

8.1. SISTEMA DE COMPOSTAJE

8.1.1. Materia orgánica

Esta va a ser obtenida de manera directa mediante la poda de parques, convenios con mercados y para el estiércol de caballo se obtendrá del hipódromo de Monterrico, por lo tanto, la materia orgánica tiene un costo nulo.

8.1.2. Infraestructura

Material	Cantidad	Precio (S/.)
Tubos PVC de aireación de 1 ½"	30 metros	S/ 450.00
Tubos de PVC de forma "T"	45 unidades	S/ 135.00
Baldes de 20 litros	5 unidades	S/ 0.00
Jarra graduada	1 unidad	S/ 0.00
Termómetro de 30 cm	1 unidad	S/ 25.00
Papel parpeha	1 envase	S/ 10.00
Botellas de 2 litro	10 unidades	S/ 0.00
	TOTAL	S/ 620.00

8.1.3. Microorganismos eficientes

EM compost (Litros)	Precio por Litro (S/.)	Total (S/.)
18	60	1080*

*El precio total del EM compost se invertirá para cada intervalo de tiempo de producción de compost, es decir, cada dos meses.

8.2. SISTEMA DE BIODIGESTIÓN

Materiales	Unidad	Biodigestor	Compost	Precio Unitario	Precio Biodigestor	Precio Compost	Precio Total
Varilla de 1/8	Unidad	15	0	S/ 9.00	S/ 135.00	S/ 0.00	S/ 135.00
Cemento	Bolsa	22	124	S/ 22.50	S/ 495.00	S/ 2,790.00	S/ 3,285.00
Aditivo CICA	Galón	1	0	S/ 82.00	S/ 82.00	S/ 0.00	S/ 82.00
Afirmado	m3	0	6	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 0.00
Arena gruesa	m3	2	15	S/ 57.00	S/ 114.00	S/ 855.00	S/ 969.00
Arena fina	m3	0.5	2	S/ 50.00	S/ 25.00	S/ 100.00	S/ 125.00
Clavo de 2 1/2"	Kilogramo	2	4	S/ 5.00	S/ 10.00	S/ 20.00	S/ 30.00
Clavo de 3"	Kilogramo	2	4	S/ 5.00	S/ 10.00	S/ 20.00	S/ 30.00
Piedra chancada	m3	1.5	15	S/ 63.90	S/ 95.85	S/ 958.50	S/ 1,054.35
Alambre #16	Kilogramo	6	10	S/ 5.60	S/ 33.60	S/ 56.00	S/ 89.60
Varilla de fierro de 1/2"	Unidad	0	45	S/ 28.00	S/ 0.00	S/ 1,288.00	S/ 1,288.00
				TOTAL	S/ 1,000.45	S/ 6,087.50	S/ 7,087.95

****Cabe resaltar que el siguiente presupuesto no considera el pago de obreros ya que los trabajos serán realizados por personal de la Subgerencia de Obras y Mantenimiento de Ornato.**

IX. ACCIONES DE MONITOREO

Las actividades de monitoreo de los avances de la implementación del sistema de valorización de residuos a través de la técnicas de compostaje, además de la adecuación y mantenimiento de la infraestructura donde se encuentra el biodigestor, estarán a cargo del personal capacitado de la Gerencia de Servicios a la Ciudad. Dicha actividad está mencionada y regulada en el Plan Operativo Institucional (POI) 2020 de la Gerencia de Servicios a la Ciudad. Finalmente, informar de forma oportuna cualquier inconveniente en su ejecución

X. CONCLUSIONES

Se concluye que la inversión total para la adecuación de la infraestructura de valorización de residuos orgánicos, considerando la reubicación y ampliación del área de compost, y la adecuación y mantenimiento del área de biodigestión, será de **7087.95 soles** en materiales, además de tener un **gasto bimestral de 1080 soles por compra de insumos de operación**. Esto disminuirá de gran manera al gasto municipal en la mantención de áreas verdes y abonado de plantas.

Los subproductos del biodigestor servirán para el abonado de las plantas del vivero, así como las áreas verdes del parque Voces por el Clima, además, se incluirá el almacén de biogás el cual podrá ser utilizado como fuente de energía en el parque.



