

CATÁLOGO DE EMPRESARIOS RRR

PROYECTO RECUPERACIÓN Y REUTILIZACIÓN SEGURA DE RECURSOS

*Transformando
residuos
en recursos*



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en el Perú

Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE

La Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) es la entidad encargada de la cooperación internacional de Suiza dentro del Departamento Federal de Asuntos Exteriores. Con otras oficinas de la Confederación, la COSUDE es responsable de la coordinación general de la cooperación para el desarrollo y de la cooperación con Europa del Este, así como de los programas de ayuda humanitaria suizos.

La COSUDE tiene por objetivo reducir la pobreza, así como atenuar los riesgos globales; fomentando la autogestión económica y estatal, promoviendo un desarrollo que preserve los recursos naturales, contribuyendo a la mejora de las condiciones de producción, ayudando a resolver los problemas medioambientales, facilitando un mejor acceso a la formación y al saneamiento básico.

En este sentido, la COSUDE fortalece sus esfuerzos destinados a asociar más intensamente la reducción de la pobreza a la respuesta de tareas globales y configurar una globalización promotora del desarrollo mediante programas globales en los sectores del cambio climático, agua, seguridad alimentaria y migración.

Desde su intervención en el Perú hace más de 50 años, la COSUDE ha logrado contribuir al desarrollo del país a través de sus 86 proyectos y programas, principalmente promoviendo el desarrollo de capacidades humanas y sociales. En el marco de esta relación estratégica, el Perú es parte de los Programas Globales en los Andes, desarrollados por la Cooperación, los cuales buscan favorecer el escalamiento de modelos exitosos, desarrollar y evidenciar soluciones innovadoras, contribuir al diálogo político multilateral y favorecer la difusión del conocimiento para hacer frente a los desafíos globales.

El Proyecto Recuperación y Reutilización Segura de Recursos (RRR) es una de las más actuales iniciativas de COSUDE en el país, buscando generar un impacto significativo en la calidad ambiental y el saneamiento al promover el desarrollo y escalamiento de modelos sostenibles de reaprovechamiento seguro de residuos en las ciudades.

Martin Jaggi
Director de Cooperación COSUDE

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el uso sostenible de los recursos naturales se ha convertido en una prioridad para el desarrollo de los países a nivel mundial. Para el 2050, más de 50% de la población global podría verse afectada por la falta de agua. La creciente demanda de alimentos, energía y agua en áreas urbanas y periurbanas, está cambiando la distribución tradicional de recursos, los flujos de recursos entre la zona rural y urbana, y los ciclos nutricionales de manera significativa.

Los recursos necesarios para los sistemas de saneamiento y las actividades económicas son cada vez más limitados y se hace mayor la competencia por estos. Al mismo tiempo las entidades encargadas de la gestión de residuos en la mayoría de países en desarrollo apenas pueden manejar los residuos generados por los hogares de áreas urbanas y periurbanas. Por este motivo, la recuperación de recursos a partir de los residuos generados en estos entornos tiene una alta importancia, pudiendo convertirse en un componente clave para reducir la escasez de agua, nutrientes y energía, y de esta forma realizar una mejor gestión de los recursos naturales y de los residuos para el desarrollo sostenible.

El proyecto “Recuperación y Reutilización Segura de Recursos” (Proyecto RRR) se centra en replantear los flujos de residuos convirtiéndolos en flujos de recursos físicos y financieros, garantizando y promoviendo modelos de emprendimiento en donde estos residuos sean reutilizados sin riesgos. Este proyecto es patrocinado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE / División Programa Global Agua), y está compuesto de tres fases: i) identificación de modelos de emprendimiento en todo el mundo con alto potencial de

escalamiento; ii) Validación y promoción de emprendimientos RRR; iii) Réplica y escalamiento de modelos de emprendimiento RRR. En el marco de la primera fase de este proyecto se identificaron modelos de emprendimiento RRR con alto potencial para su implementación en países emergentes tales como Uganda, Vietnam, India y Perú. De estos modelos, cuatro fueron priorizados para su validación, puesta a prueba y promoción en Lima, Perú. Los modelos priorizados fueron: i) Riego de áreas verdes con aguas residuales tratadas; ii) Producción de biodiesel a partir de aceites comestibles residuales; iii) Producción de compost a partir de residuos vegetales de mercados; iv) Producción de compost a partir de lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Actualmente, el proyecto se encuentra en su segunda fase, siendo esta desarrollada por un consorcio de organizaciones que buscan promover la sostenibilidad en el uso de recursos (Consortio RRR), entre las cuales están: Grupo GEA, CARE, IPES, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Seecon, Eawag, Swiss TPH.

El presente documento es el resultado de los esfuerzos colectivos del Consortio RRR para presentar y esquematizar cada uno de los modelos de emprendimiento, evaluando los aspectos principales y presentando ejemplos y herramientas útiles para el desarrollo de los mismos. Para cada modelo se abordarán temas de disponibilidad de residuos, características del mercado, descripción técnica de procesos, viabilidad financiera, marco institucional y legal, y consideraciones de salud pública, así como los potenciales beneficios de cada uno. De esta forma se busca que estos modelos sirvan de referencia para el desarrollo y la promoción de emprendimientos RRR, apuntando al desarrollo sostenible de Lima y del Perú.

ÍNDICE

01

ME 1: RIEGO DE ÁREAS VERDES CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS

Descripción del modelo	9
Disponibilidad del residuo	10
Características del mercado	10
Descripción general del proceso	12
Viabilidad financiera	13
Actores relevantes y marco legal/institucional	14
Consideraciones de salud pública	16
Impactos socio-económicos y ambientales	17
CANVAS del modelo de emprendimiento	19
Análisis FODA	20
Referencias Bibliográficas	21

02

ME 2: PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES COMESTIBLES RESIDUALES (ACR)

Descripción del modelo	23
Disponibilidad del residuo	24
Características del mercado	25
Descripción general del proceso	27
Viabilidad financiera	28
Actores relevantes y marco legal/institucional	29
Consideraciones de salud pública	30
Impactos socio-económicos y ambientales	30
CANVAS del modelo de emprendimiento	31
Análisis FODA	32
Referencias Bibliográficas	33

ÍNDICE

03

ME 3: PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE MERCADOS DE VEGETALES

Descripción del modelo	36
Disponibilidad del residuo	37
Características del mercado	37
Descripción general del proceso	38
Viabilidad financiera	39
Actores relevantes y marco legal/institucional	40
Consideraciones de salud pública	42
Impactos socio-económicos y ambientales	43
CANVAS del modelo de emprendimiento	43
Análisis FODA	44
Referencias Bibliográficas	45

04

ME 4: PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE LODOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Descripción del modelo	47
Disponibilidad del residuo	48
Características del mercado	48
Descripción general del proceso	49
Viabilidad financiera	50
Actores relevantes y marco legal/institucional	50
Consideraciones de salud pública	52
Impactos socio-económicos y ambientales	53
CANVAS del modelo de emprendimiento	53
Análisis FODA	54
Referencias Bibliográficas	55

TABLAS Y GRÁFICOS

ME 1: RIEGO DE ÁREAS VERDES CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS

Tabla 1.1	Requerimientos del proceso
Tabla 1.2	Mitigación de riesgos de salud pública
Tabla 1.3	CANVAS del ME1 de Riego de áreas verdes con aguas residuales tratadas
Tabla 1.4	Análisis FODA del ME 1
Gráfico 1.1	Diagrama de Flujo: Riego de áreas verdes con aguas residuales tratadas
Gráfico 1.2	Tratamiento de aguas residuales
Gráfico 1.3	Demanda potencial de agua residual en Lima 2017-2035 (millones de m ³ /año)

ME 2: PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES COMESTIBLES RESIDUALES (ACR)

Tabla 2.1	Consumo de aceite
Tabla 2.2	Restaurantes en Lima
Tabla 2.3	Demanda potencial en Lima
Tabla 2.4	Demanda insatisfecha en Lima
Tabla 2.5	Requerimientos del proceso
Tabla 2.6	Viabilidad financiera del modelo
Tabla 2.7	Mitigación de riesgos de salud pública
Tabla 2.8	CANVAS del ME 2 de Producción de Biodiesel a partir de Aceites Comestibles Residuales
Tabla 2.9	Análisis FODA del ME 2
Gráfico 2.1	Diagrama de flujo: Producción de Biodiesel a partir de ACR
Gráfico 2.2	Gestión actual de ACR

TABLAS Y GRÁFICOS

ME 3: PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE MERCADOS DE VEGETALES

Tabla 3.1	Requerimientos del proceso
Tabla 3.2	Viabilidad financiera del modelo
Tabla 3.3	Mitigación de riesgos de salud pública
Tabla 3.4	CANVAS del ME 3 de Producción de compost a partir de residuos vegetales de mercados
Tabla 3.5	Análisis FODA del ME 3
Gráfico 3.1	Diagrama de Flujo: Producción de compost a partir de residuos vegetales de mercados
Gráfico 3.2	Generación de residuos orgánicos de mercados

ME 4: PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE LODOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Tabla 4.1	Requerimientos del proceso
Tabla 4.2	Viabilidad financiera del modelo
Tabla 4.3	Mitigación de riesgos de salud pública
Tabla 4.4	CANVAS del ME 4 de Producción de compost a partir de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas
Tabla 4.5	Análisis FODA del ME 4
Gráfico 4.1	Diagrama de flujo: Producción de compost a partir de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas



**ME 1: RIEGO DE
ÁREAS VERDES CON
AGUAS RESIDUALES
TRATADAS**

1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO



Gráfico 1.1 Diagrama de Flujo: Riego de áreas verdes con aguas residuales tratadas

En la actualidad, Lima y Callao generan un volumen aproximado de 600 millones m³/año de aguas residuales domésticas. De este volumen, se descarga al mar más de un 92% (555 millones m³/año). Al mismo tiempo, Lima cuenta con una gran cantidad de parques distritales, zonales y metropolitanos, además de muchas áreas verdes privadas. Para el año 2035 estas áreas verdes llegarán a ser aproximadamente 13,800 hectáreas, las cuales tendrán una demanda proyectada de agua de 265 millones de m³/año para riego tecnificado.¹ A pesar de esto, actualmente muchas áreas verdes de Lima son regadas deficientemente por inundación y/o con aguas de río contaminadas, exponiendo a parte de la población que utiliza estos servicios de esparcimiento a tener problemas de salud, especialmente a los niños. Por otro lado en muchos casos se riega con agua potable, elemento vital que aún no es accesible para 800,000 personas en la ciudad y que tiene un alto costo por su escasez general en esta árida región de la costa peruana. Es por ello que el modelo de Riego de áreas verdes con aguas residuales tratadas propone tratar las aguas residuales que suelen descargarse en el ambiente, y promover su reutilización segura para el riego de áreas verdes públicas y/o privadas. Este concepto implica un proceso de tratamiento a nivel secundario, que reduzca la carga orgánica y los patógenos, eliminando riesgos para la salud pública. Para tal fin se consideran dos escenarios que pueden ser implementados (i) por una

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento (EPS)²; y (ii) por una asociación público-privada (APP). Los clientes principales en ambos escenarios serían los operadores y/o administradores de áreas verdes públicas o privadas (p. ej. municipalidades, clubes de golf, cementerios, clubes deportivos, instituciones, colegios, etc.). Se considera que al usar aguas residuales tratadas, en lugar de agua potable, los costos del riego de áreas verdes se pueden reducir hasta un 85%.³ Además de ser una oportunidad atractiva para el emprendedor, este modelo generará importantes beneficios ambientales y sociales, ya que permitirá reducir el volumen de agua residual que se descarga al medio ambiente, mantener el riego de más áreas verdes en la ciudad y disponer de un mayor volumen de agua potable para el consumo humano. En el supuesto de una futura comercialización de los lodos generados por las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), dependiendo de su tratamiento y procesamiento, adicionalmente sería posible ofrecer este insumo o ciertos productos procesados, como fertilizantes o mejoradores de suelos, que en algunos casos podrían estar estandarizados y enriquecidos con otros insumos. Por último también es posible que en algunas plantas de mayor envergadura se logre producir energía a partir del biogás generado en los procesos anaerobios de tratamiento de las aguas y/o en el tratamiento de los lodos en digestores.

1. Incluye parques agrícolas y ribereños. ANA, 2016. Manual de buenas prácticas para el uso seguro de las aguas residuales domésticas.

2. En este caso SEDAPAL.

3. Basado en la experiencia de algunas entidades privadas que ya han implementado plantas de tratamiento para reutilizar el agua residual tratada para regar sus propias áreas verdes.

2. DISPONIBILIDAD DEL RESIDUO

El insumo para este modelo es el agua residual doméstica, que proviene principalmente de zonas residenciales, comerciales y eventualmente de zonas industriales que cuenten con tratamiento previo. Las aguas residuales domésticas contienen principalmente sólidos, materia orgánica y un alto contenido de gérmenes patógenos, que deben ser removidos adecuadamente. También pueden contener algunos compuestos químicos provenientes de la industria, que igualmente deberán ser removidos.

Actualmente Lima y Callao generan un volumen casi constante de 600

millones de $m^3/año$ de aguas residuales domésticas ($19 m^3/s$), de los cuales 485.5 millones de $m^3/año$ ($15.4 m^3/s$) reciben tratamiento primario y son descargados al mar mediante dos emisarios submarinos. Solo 114.5 millones de $m^3/año$ ($3.6 m^3/s$) reciben tratamiento secundario, de los cuales solo se usan 14 millones de $m^3/año$ ($0.44 m^3/s$) para el riego de áreas verdes. Se considera que la mayor parte de los 114.5 millones de $m^3/año$ de efluentes tratados a nivel secundario cuenta con una calidad suficientemente alta como para ser reutilizados en el riego de áreas verdes.⁴

- Tratamiento primario + descargar al mar
- Tratamiento secundario + descargar al mar
- Tratamiento secundario + reutilización

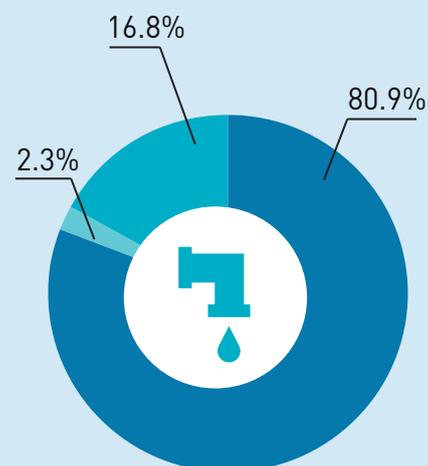


Gráfico 1.2 Tratamiento de aguas residuales

3. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO

Los principales clientes son los municipios de Lima y Callao, que están dispuestos a reemplazar sus fuentes actuales de agua (potable, de río y/o subterránea). Estos usuarios necesitan ser abastecidos para mantener las áreas verdes que actualmente manejan, por tanto serían potenciales clientes del agua residual tratada que se les ofrezca, siempre que el costo sea menor al que pagan actualmente. Se estima que los actuales usuarios de agua subterránea y potable para el riego de sus áreas verdes estarían dispuestos a comprar agua residual tratada siempre y cuando el precio no supere S/. $5.20/m^3$ (US\$ $1.53/m^3$)⁵

Si actualmente se utilizan solo 14 millones de $m^3/año$ ($0.44 m^3/s$), se proyecta para el 2021 podría incre-

mentarse hasta 100 millones de $m^3/año$ ($3.2 m^3/s$) para regar 5,300 ha verdes potencialmente disponibles en la ciudad para el 2035 se llegarían a utilizar 265 millones de $m^3/año$ ($8.4 m^3/s$), cuando se abarquen 13,800 ha verdes que incluyan

parques agrícolas y ribereños.⁶ Tomando en cuenta la disposición a pagar el costo actual del agua potable, el mercado potencial representaría hasta 1,378 millones de soles anuales (424 millones de USD/año).

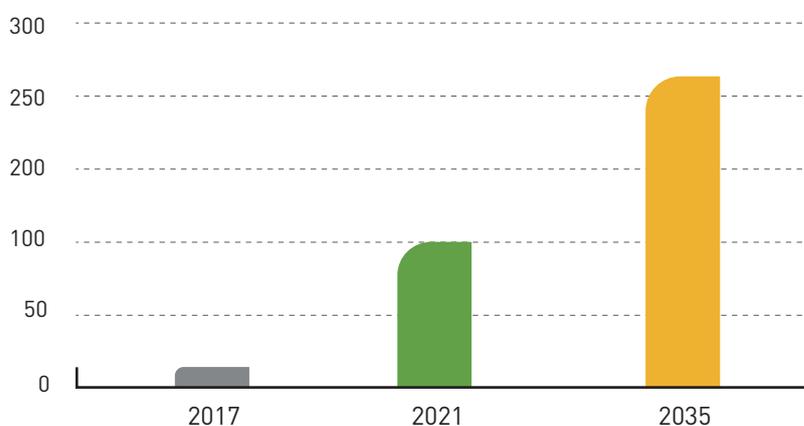


Gráfico 1.3 Demanda potencial de agua residual en Lima 2017-2035 (millones de $m^3/año$)

4. Las PTAR La Chira y Taboada son una excepción por su tratamiento primario que genera baja calidad y por su ubicación contigua al mar.

5. Costo actual del agua potable (2017).

6. Este incremento implicaría una tasa de crecimiento de 7.6 millones de $m^3/año$ ($0.24 m^3/s$).

SEDAPAL es la empresa pública responsable de la recolección y tratamiento de las aguas residuales de Lima y Callao, por lo que cuenta con 19 plantas que tratan el agua a nivel secundario. Existen otras 41 pequeñas PTAR privadas que tratan menos de 3 millones de m³/año (0.1 m³/s). A través de convenios específicos, SEDAPAL

oferta agua residual tratada a algunas instituciones para el riego de áreas verdes municipales. Algunos ejemplos son las PTAR San Juan de Miraflores, Huáscar, Parque 26 y San Bartolo. Dichas instituciones captan aguas residuales del sistema de alcantarillado que, una vez tratadas, les permiten abastecer áreas verdes muy específicas y

generalmente privadas. Por último, recientemente han aparecido algunas iniciativas público-privadas (APP) entre municipios y empresas privadas para tratar aguas residuales y regar parte de sus áreas verdes, incluyendo en algunos casos los servicios de distribución por camiones cisternas o red de tuberías.



*Imagen 1.1 Parque Huáscar con la PTAR de SEDAPAL
(3 millones de m³/año)*

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

Desde el punto de vista de la gestión del modelo de emprendimiento existen dos posibles escenarios:

Escenario 1: EPS - cuando el negocio es emprendido por SEDAPAL, quien trataría el agua residual en algunas de sus PTAR actuales o proyectadas y la ofrecería a los usuarios municipales o privados mediante una red de distribución por tuberías o venta en planta (camiones cisternas).

Escenario 2: APP - cuando el negocio es emprendido por una empresa privada, quien diseñaría, construiría y operaría la PTAR a partir de un financiamiento priva-

do, y luego vendería el agua tratada a los usuarios municipales, mediante una red de distribución por tuberías o venta en planta. También esta empresa podría abordar los servicios de la operación de los sistemas de riego y/o del mantenimiento de las áreas verdes regadas.

En ambos casos, el proveedor del insumo (agua residual cruda) es SEDAPAL. Esta agua residual cruda llega a las PTAR a través del sistema de alcantarillado. Para el tratamiento, se presentan varias opciones tecnológicas, con el requisito de que garantice la venta de un agua residual tratada sin riesgo sanitario (véase Tabla 4.1).

Requerimientos	Escenario 1		Escenario 2	
	SEDAPAL: PTAR existentes con tratamiento terciario y almacenamiento		APP: Construcción PTAR con tratamiento terciario, almacenamiento y distribución	
TECNOLOGÍAS	Lodo activado + filtración y desinfección	Lagunas aireadas + desinfección	MBR ⁷ + desinfección	MBBR ⁸ + ultrafiltración + desinfección
TERRENO (m ² /L/s)	243	1359	NSD	108
CAPITAL REQUERIDO (S/.) POR CADA L/s TRATADO	174,000	178,0006	NSD	653,1485

Tabla 1.1 Requerimientos del proceso

La Tabla 4.1 incluye las alternativas tecnológicas más probables para ambos escenarios, que en el caso del primero está vinculado a las tecnologías usadas actualmente y proyectadas por SEDAPAL, tales como lodos activados convencionales o lagunas aireadas, ambas seguidas por desinfección. En cambio para las APP en desarrollo se observa que las tecnologías están orientadas a reactores biológicos de membrana (MBR) y reactores biológicos de cama móvil (MBBR), seguidos por desinfección y/o ultrafiltración.

Es importante tener en cuenta que las plantas existentes⁹ no cuentan con almacenamiento del agua residual tratada, por lo que el flujo del efluente es continuo. Antes de vender el agua tratada al cliente, se hace un análisis del efluente para garantizar que el producto

sea apto para el riego de áreas verdes (véase la sección "Consideraciones de Salud Pública" más abajo).

Cómo servicios adicionales se pueden considerar el servicio de distribución y el servicio de riego de las áreas verdes. La provisión de tales servicios adicionales podría ser especialmente interesante para proveedores privados, ya que no siempre será posible que SEDAPAL abastezca directamente todos los lugares alejados de sus PTAR. Además los proveedores privados podrían abordar con mayor facilidad la distribución del agua mediante camiones cisternas o sistemas cerrados de distribución por tubería, e incluso abordar el servicio de riego y mantenimiento de las áreas verdes involucradas.

7. Reactor biológico de membrana.

8. Reactor de biológico de cama móvil.

9. Solo la PTAR Aguas del Callao cuenta con un reservorio que almacena el agua tratada por dos días y que permite el llenado de camiones cisternas para su distribución en los parques de la zona.

5. VIABILIDAD FINANCIERA

Escenario 1: SEDAPAL - Si esta empresa asume la oferta de estas aguas, la puede vender entre S/. 1.50 y 2.00/m³ (0.45-0.60/m³), ya que el costo de tratamiento es asumido por la ciudad, y tendría además otros beneficios vinculados al ahorro del costo por tasa de vertimiento de agua sin tratar, la reducción del pago por tratamiento a las empresas operadoras de las PTAR Taboada y La Chira, y la reducción de inversiones para captar mayores volúmenes en las fuentes tradicionales de agua para el consumo humano y a través de la desalinización.

Escenario 2: APP - Los costos de inversión para la construcción y operación de una PTAR dependen de la ubicación, tamaño del sistema y la tecnología utilizada para el tratamiento. El Proyecto SWITCH-Lima¹⁰ estimó en el 2008 que el mayor costo de inversión para tratar las aguas residuales domésticas en Lima había sido de US\$ 335,000/L/s para una PTAR con lagunas

aireadas, mientras sus costos de operación y mantenimiento (O&M) fueron de US\$ 0.09/m³. En una PTAR pequeña de lodos activados convencional se reportó un costo de inversión de US\$ 57,000/L/s y costos de O&M de US\$ 0.69/m³. Posteriormente una PTAR construida en 2011 con tecnología de lodos activados tipo AGAR/MBBR³ y ultrafiltración demandó una inversión de US\$ 197,000/L/s. Si bien el costo del tratamiento es mayor debido a la sofisticación de tecnología usada, siempre está por debajo del costo del agua potable o de pozo utilizada actualmente para el riego de áreas verdes. Una PTAR de lodos activados tipo AGAR/MBBR y ultrafiltración tiene una tarifa actual de entre S/. 2.70/m³ y S/. 4.03/m³ (US\$ 0.81-1.22/m³) de agua residual tratada, siendo menor a la tarifa del agua potable utilizada actualmente de S/. 5.20 /m³ (US\$ 1.57/m³). El precio de venta debe ser fijado en la propuesta presentada a la municipalidad, quien debe decidir si declara de interés la iniciativa privada.

CASO DE ESTUDIO

Un caso que podría considerarse modelo dentro del Escenario 2 es la APP desarrollada entre la Municipalidad de Miraflores y la Empresa privada CTG Capital para tratar 600 m³/día para el riego de 12 parques que juntos abarcan 13 ha. Este proyecto ha demandado de una inversión de S/. 4.5 millones (US\$ 1.4 millones) financiada por la empresa privada, que deberá recuperarla durante la concesión otorgada de 25 años en que el municipio pagará S/. 2.70/m³ (S/. 2.29 + IGV) por el agua residual tratada (US\$ 0.82/m³).

Estas recientes experiencias con tecnologías de punta (Reactor aeróbico intensivo AGAR/MSABP y ultrafiltración) reportan en prome-

dio costos de inversión de US\$ 197,000 por litro por segundo tratado y distribuido, que es pagado a razón de US\$ 1.25m³, tarifa menor a US\$ 1.53/m³ que se

paga actualmente por el agua potable utilizada para riego de las áreas verdes en Lima.

Imagen 1.2 PTAR en parque María Reiche de Miraflores (APP), Tecnología MBBR + ultrafiltración, 220,750 m³/año (0,007 m³/s)



10. Proyecto SWITCH 2008. Panorama de experiencias de tratamiento y uso de aguas residuales en la ciudad de Lima.

6. ACTORES RELEVANTES Y MARCO LEGAL / INSTITUCIONAL

Escenario 1: Tradicionalmente los sistemas de tratamiento de aguas residuales han sido financiados por el Estado y en casos de pequeña envergadura con créditos privados para el uso en el riego de áreas verdes privadas. En algunos casos como el de Huáscar, el Servicio de Parques de Lima (SERPAR) ha donado el terreno para que SEDAPAL instale la PTAR. Recientemente se han desarrollado asociaciones público-privadas (APP) entre los municipios y empresas privadas especializadas, que contemplan una concesión de carácter auto sostenible, ya que la empresa gestiona un financiamiento privado que será recuperado durante 25 a 30 años con los aportes de los vecinos del distrito recaudados por la municipalidad a través del Arbitrio de Parques y Jardines. Por lo general la municipalidad otorga el terreno para la PTAR y el reservorio.

Escenario 2: En el caso del segundo escenario (APP), se cuenta con respaldo legal de la Ley 28059, Ley Marco de Promoción Descentralizada y del DS N° 015-2004 PCM, Ley

Marco de Asociaciones Público-Privadas, en las cuales se promueve el desarrollo de inversiones privadas para el aprovechamiento de recursos estatales (obras públicas de infraestructuras y servicios públicos). Estas iniciativas deben ser auto sostenibles y tienen carácter de petición de gracia, por lo cual deben ser presentadas a la Municipalidad para su evaluación y aceptación (ante la OPIP), pudiéndose establecer un contrato mediante concesión, usufructo, arrendamiento, etc. Esta iniciativa no se puede financiar con recursos ordinarios del Estado, pero se asignaría un precio del metro cúbico de agua tratada que sería pagado por las municipalidades mediante sus ingresos cobrados a la población por Arbitrio de Parques y Jardines. Para hacer efectivo este escenario, la empresa privada debe presentar una propuesta a la Municipalidad interesada, que incluye el diseño, financiamiento, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura de tratamiento de agua residual, pudiendo incluir además un reservorio y red de tube-

ría para la distribución a los puntos de riego. Eventualmente también podría incluir los servicios de operación de los sistemas de riego y/o del mantenimiento de las áreas verdes regadas.

Dentro de los principales vacíos legales se tienen: (i) La ausencia de Límites Máximos Permisibles (LMP) para el uso de las aguas residuales en el riego de áreas verdes, que definirán los procesos tecnológicos para alcanzar la calidad requerida (Responsabilidad del Sector Ambiente); (ii) la falta de normativa para adoptar nuevos procesos tecnológicos para el tratamiento de las aguas residuales con fines de riego de áreas verdes, tales como MBR, MBBR, ultrafiltración y otros; (iii) dificultad en los mecanismos que faciliten la implementación de APP entre las empresas privadas especializadas en tratar las aguas residuales y las municipalidades que quieran contar con ese servicio para regar sus áreas verdes, ya que actualmente no se permite usar los recursos públicos de los arbitrios para financiar este tipo de iniciativas.

RECOLECCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

SEDAPAL es la única empresa responsable de la recolección y disposición final de las aguas residuales de la ciudad de Lima, recolectando actualmente el 95% de las aguas residuales. Su interés principal es brindar una buena disposición de estos residuos. Es así que los operadores de las PTAR privadas deben firmar convenios con esta empresa para la captación del agua residual desde las redes de alcantarillado.

En este sentido, resulta importante que el sector de Vivienda y la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) establezcan políticas efectivas que promuevan el uso de las aguas residuales para el riego de áreas verdes urbanas, entre ellas las condiciones necesarias para permitir que las empresas privadas puedan realizar la captación del desagüe crudo del sistema de alcantarillado, bajo acuerdos con SEDAPAL.



GESTIÓN / TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

B.

Recién en los últimos años SEDAPAL está entendiendo que la oferta de aguas residuales tratadas le permitirá disponer de mayores volúmenes de agua de río y potable para destinarlas al consumo humano, en lugar de usarse para el riego de las áreas verdes. Por tanto podría bien asumir el tratamiento de toda el agua residual requerida para el riego de áreas verdes en la ciudad de Lima, sin embargo también es posible que otras empresas privadas asuman este rol, especialmente en las zonas más alejadas de las PTAR existen-

tes de SEDAPAL. En este caso estas empresas de todas maneras deberán firmar los acuerdos necesarios con SEDAPAL para permitir la captación de las aguas crudas de su red de alcantarillado.

Los actores relevantes en la gestión del tratamiento del agua residual son:

SEDAPAL, con sus 19 PTAR distribuidas en diferentes lugares de Lima y Callao y que podrían abastecer a las municipalidades con agua residual tratada apta para el riego de las áreas verdes circundantes.

- Las entidades privadas, SERPAR y las municipalidades que poseen pequeñas PTAR para el autoabastecimiento de agua tratada para el riego de sus áreas verdes.

- Las empresas privadas especializadas en tratamiento de aguas residuales que ofrecen el servicio a las municipalidades para dotarlas con agua apta para el riego de sus áreas verdes.

- Las dos empresas privadas que tratan el 85% de las aguas residuales de Lima en las PTAR de La Taboada y La Chira, a las que SEDAPAL paga por el tratamiento primario y la disposición en el mar a través de emisarios submarinos. Eventualmente estas empresas podrían ofrecer agua con tratamiento primario a una PTAR que

complete dicho tratamiento para entregar agua al riego de áreas verdes costeras circundantes.

Se observa que las entidades privadas que han implementado pequeñas PTAR mantienen eficientemente el sistema de tratamiento para garantizar su autoabastecimiento y reducir los costos de agua. Si bien las municipalidades han tenido el mismo interés, la gestión de sus PTAR algunas veces ha sido deficiente, lo que implica el riesgo de no alcanzar la calidad requerida. Además de esto, no han logrado escalar el modelo a una parte importante de sus áreas verdes. Por esta situación, la participación de SEDAPAL y de algunas empresas privadas especializadas permitiría escalar estas iniciativas para abastecer todas las áreas verdes de Lima.

Con relación al marco legal/institucional, las entidades públicas y privadas deben solicitar autorización a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para el tratamiento de las aguas residuales, necesitando también la opinión favorable de los sectores del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, y el Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria (DIGESA). SEDAPAL también debe sustentar sus inversiones y gastos operativos a la SUNASS para acceder a un incremento de la tarifa de agua por concepto de tratamiento de las aguas residuales.

REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS



Los principales actores de la reutilización de las aguas residuales tratadas en áreas verdes son el Servicio de parques de Lima (SERPAR), los municipios distritales y entidades privadas (colegios, universidades, clubes, cementerios y otros) que cuentan con áreas verdes públicas o privadas, así como proveedores privados de servicios de riego y mantenimiento de las áreas verdes. Eventualmente también se incorporarían emprendedores que procesen y vendan los lodos producidos en las

PTAR. La ANA, DIGESA y la Dirección General de Asuntos Ambientales también cumplen un rol definitivo para otorgar las autorizaciones para el reúso y la fiscalización de la calidad del agua para riego.

Algunas entidades privadas han implementado plantas para regar sus propias áreas verdes, lo que les ha permitido reducir sus costos hasta en 85% versus el uso de agua potable, sin embargo esta iniciativa no ha avanzado significativamente a nivel municipal por limitaciones técnicas y de gestión. Frente a esta situación se sabe que SEDAPAL está elaborando un Plan de Riego para Lima y Callao, que implicaría la adecuación de sus PTAR actuales y la implementación de otras nuevas ubicadas en las zonas de la ciudad con mayor demanda de agua para el riego de áreas verdes.

Es así que el Proyecto RRR promoverá que el Sector Vivienda y sus dependencias vinculadas con el

reúso desarrollen la normatividad necesaria para garantizar este modelo de emprendimiento para el riego de las áreas verdes. El Ministerio del Ambiente debe normalizar la calidad requerida (LMP) y la SUNASS el rol de las EPS en el reúso de las aguas residuales. Este Proyecto RRR de hecho será un mecanismo clave para promover el apoyo político, normativo y económico de estos modelos de emprendimiento. También identificará los mecanismos financieros más prometedores para promover estas iniciativas. Por último, el modelo deberá ampliarse a otras propuestas, tales como el riego de “parques” agrícolas urbanos y de las franjas ribereñas de los ríos y el mar que se quieran proteger en los valles y el litoral de la ciudad. Del mismo modo se puede promover el desarrollo de entornos ecológicos con la forestación de las zonas áridas de la costa peruana colindantes con Lima.

7. CONSIDERACIONES DE SALUD PÚBLICA

El principal riesgo a la salud por el uso de aguas residuales domésticas es la transmisión de los gérmenes patógenos presentes en las excretas humanas (bacterias, virus y parásitos causantes de enfermedades entéricas). El riego de áreas verdes con aguas residuales no bien tratadas podría diseminar estos patógenos, principalmente por contacto con un sustrato contaminado (césped) y la posterior ingesta accidental al poner en contacto las manos contaminadas con la boca. El riesgo más elevado lo constituyen

los nematodos y protozoos parásitos humanos, debido a su prolongada permanencia en el medio ambiente y a su baja dosis infectiva. Un primer grupo expuesto lo constituyen los trabajadores que operan las plantas de tratamiento y los que realizan el riego de las áreas verdes. El segundo grupo de exposición está formado por todos los usuarios de las áreas verdes regadas con aguas residuales, especialmente niños que juegan en el césped de los parques.

PELIGROS	EVENTO DE RIESGO	GRUPOS EXPUESTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Químicos	Ingestión o inhalación de químicos al recolectar y tratar agua residual cruda	Trabajadores del sistema de alcantarillado y plantas de tratamiento	Uso de mascarillas y guantes protectores, evitando el contacto directo
Físicos	Inhalación de gases con olores desagradables	Trabajadores del sistema de recolección y tratamiento, regantes y usuarios de áreas verdes	Uso de mascarillas. Adecuado tratamiento de las aguas residuales
Biológicos	Ingestión de bacterias, virus y parásitos que generan enfermedades entéricas	Trabajadores del sistema de recolección y tratamiento, regantes y usuarios de áreas verdes	Tratamiento efectivo para remover patógenos Uso de guantes protectores, evitando el contacto directo.

Tabla 1.2 Mitigación de riesgos de salud pública

El tratamiento eficiente de estas aguas es la principal medida de mitigación de los riesgos a la salud para los usuarios de las áreas verdes regadas con aguas residuales, ya que permite lograr la calidad requerida. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado desde 1989 que las aguas residuales tengan menos de 1,000 CF/100 ml (coliformes fecales o termo-tolerantes) y menos de un huevo de nematodos por litro para el riego de áreas verdes y campos deportivos. Otra medida es efectuar el riego en horas en que los usuarios de las áreas verdes no hacen uso de este servicio. Para proteger a los trabajadores se proponen medidas clave, tales como el uso de vestimenta de trabajo, guantes, botas, e inclusive máscaras para aquellos que manipulan el agua residual cruda. Igualmente se recomienda tomar una ducha al final de la jornada de trabajo y el lavado de las manos antes de consumir alimentos.

Recientemente la OMS está recomendando que todos los casos en que se tratan las aguas residuales para su reúso elaboren y apliquen los Planes de Seguridad en Saneamiento (PSS), a fin de asegurar la identificación y ejecución de las medidas de prevención, control y mitigación de los riesgos vinculados con esta práctica. Estos planes incluyen el control efectivo y continuo de los procesos de tratamiento, que debe ser monitoreado directamente por el operador para evaluar las concentraciones de gérmenes que ingresan y salen de la planta. Igualmente se espera que las entidades públicas de control (ANA, DIGESA, etc.) realicen un monitoreo externo eventual para verificar que la calidad del agua usada para el riego sea la adecuada. En caso de detectar deficiencias en el proceso y la calidad del agua, se deberán aplicar sanciones inmediatas, que incluso pueden llegar a la clausura temporal o definitiva del sistema.

8. IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

Muchas áreas verdes de Lima son actualmente regadas con aguas de río contaminadas, por tanto es muy posible que parte de la población que utiliza estos servicios de esparcimiento pueda tener problemas de salud, especialmente los niños. Aun cuando no se ha evaluado el impacto en la salud pública ocasionado por el riego de las áreas verdes con aguas contaminadas, es evidente que los parques regados actualmente con aguas residuales crudas generan olores desagrada-

bles y son focos de contaminación para los usuarios. La implementación de este modelo permitirá disponer de un agua segura y controlar las condiciones sanitarias en el riego de las áreas verdes. El uso de agua residual bien tratada permitirá asegurar que las enfermedades vinculadas a esta práctica se reduzcan significativamente, al igual que las molestias generadas por los olores desagradables. Dado que la principal limitación para el desarrollo de

áreas verdes en Lima es la falta de agua, la disponibilidad de aguas residuales tratadas permitirá incrementar notablemente las áreas verdes de la ciudad, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de sus pobladores y a valorizar significativamente los terrenos urbanos. La masificación de este modelo en la ciudad permitirá incrementar efectivamente la oferta de agua para el riego, haciendo posible que muchos lugares destinados para áreas verdes se puedan habilitar finalmente. El uso de más de 8 m³/s de aguas residuales generadas por Lima (44% del total producido) reducirá significativamente las descargas de estas aguas poco o no tratadas a cuerpos hídricos (ríos y mares), mejorando así las condiciones ambientales de estos ecosistemas. Un beneficio muy relevante en la ciudad de Lima es que el uso de las aguas residuales para regar las áreas verdes permitirá reemplazar el agua potable,

que actualmente se usa, liberando este valioso recurso para incrementar el abastecimiento de la ciudad. Del mismo modo las otras fuentes actualmente usadas para el riego (agua de río y subterránea) podrán ser reorientadas a dicho abastecimiento urbano.

La materia orgánica contenida en las aguas residuales podrá ser transferida a los suelos y utilizada por la cobertura vegetal que se desarrolle, contribuyendo así en forma significativa a la reducción de emisiones de carbono. Además las áreas verdes generarán importantes volúmenes de oxígeno que podrán atenuar la alta contaminación de la ciudad.

9. CANVAS DEL MODELO DE EMPRENDIMIENTO

La herramienta CANVAS se utiliza para esquematizar un proyecto, de forma que se identifiquen sus elementos principales en cada aspecto. A través de esta

herramienta se presenta el modelo de emprendimiento, permitiendo tener una visión integral del mismo y ayudando a mejorarlo y complementarlo.

Socios Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relaciones con Cliente	Segmentos de Cliente
<ul style="list-style-type: none"> SEDAPAL ANA SUNASS MINAM DGAA-MVCS DIGESA Laboratorios Proveedores de Tecnología y equipos 	<ul style="list-style-type: none"> Captación de AR Tratamiento de AR Control de Calidad Distribución de ART Riego de áreas verdes. <p>Recursos Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> Agua residual PTAR con tecnología adecuada Sistema de distribución y riego Planes de saneamiento seguro Sistema de monitoreo 	<ul style="list-style-type: none"> Agua residual tratada de alta calidad Materia orgánica y nutrientes incorporados en las aguas residuales Reducción de los costos de riego de las áreas verdes de la ciudad Servicio de riego y mantenimiento de áreas verdes Lodos producidos por las PTAR 	<p>Personalizada</p> <ul style="list-style-type: none"> Convenio con la municipalidad o PP municipalidad-empresa privada <p>Canales</p> <p>Directos e Indirectos</p> <ul style="list-style-type: none"> Camiones cisternas Sistema de distribución con tuberías 	<p>Operadores de áreas verdes públicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Municipios SERPAR <p>Administradores de áreas verdes privadas</p> <ul style="list-style-type: none"> Colegios Universidades Cementerios Clubes <p>Empresas privadas para mantenimiento de las áreas verdes</p> <p>Emprendedores que procesen y vendan los lodos producidos</p>
Estructura de Costos		Fuente de Ingresos		
<ul style="list-style-type: none"> Terreno Construcción de la PTAR Operación y mantenimiento de la PTAR Implementación del sistema de distribución Construcción del sistema de riego Control de calidad 		<ul style="list-style-type: none"> Venta de agua residuales tratada en m³ Venta de servicios de riego Venta por servicios de mantenimiento de áreas verdes Venta de lodos generados en las PTAR 		
Riesgos socio-económicas y ambientales		Riesgos socio-económicas y ambientales		
<ul style="list-style-type: none"> Aceptación pública (posibilidad de rechazo) Riesgos a la salud pública, cuando el producto no llega a la calidad 		<ul style="list-style-type: none"> Reducción del costo de riego de las áreas verdes y aprovechamiento de los nutrientes Incremento de áreas verdes en la ciudad (3 veces más) Liberación de otras fuentes de agua para consumo humano 		

Tabla 1.3 CANVAS del ME 1 Riego de áreas verdes con aguas residuales tratadas

10. ANÁLISIS FODA

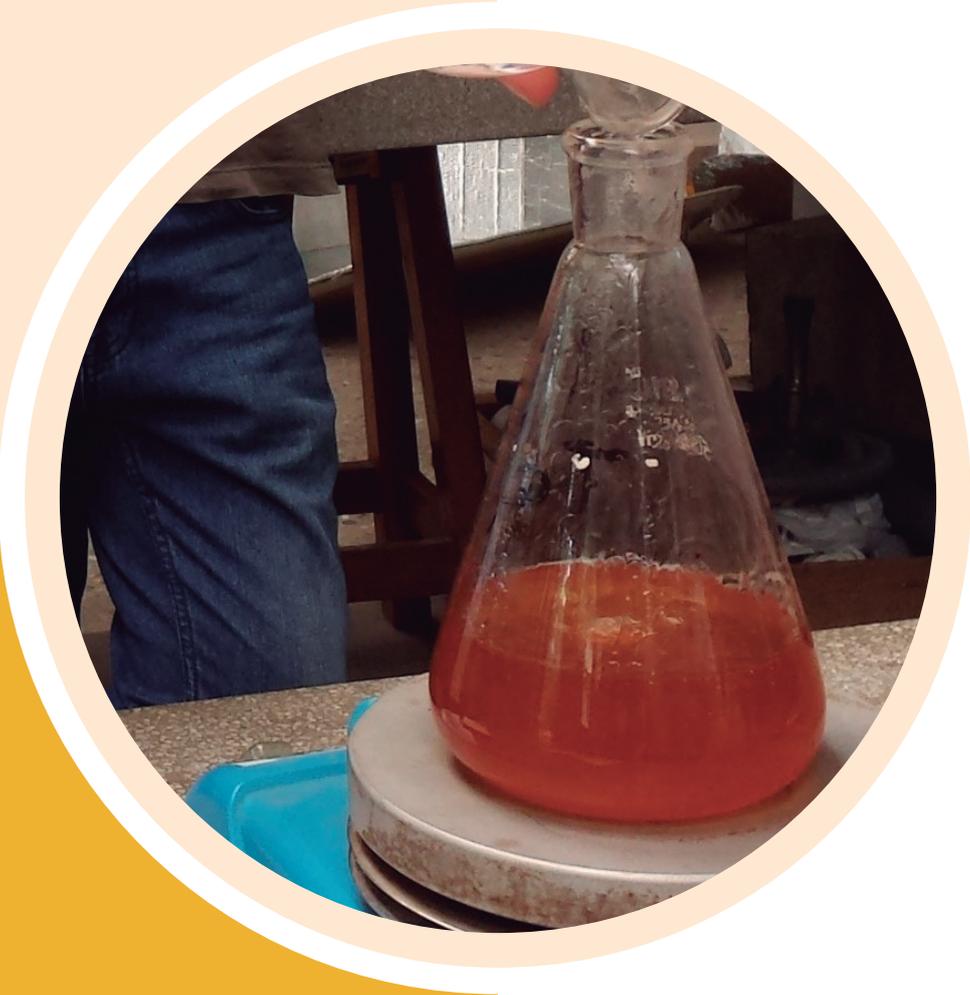
En la Tabla 1.5 se presenta el análisis FODA del modelo de emprendimiento. Esta herramienta permite esquematizar la situación del proyecto y reconocer las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para identificar puntos críticos y estimar el potencial del emprendimiento.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lima y Callao generan casi 19 m³ /s de aguas residuales municipales, de las cuales el 93% se descarga del mar. ▪ En Lima se tiene una larga y exitosa lista de experiencias en el uso de aguas residuales para el riego de áreas verdes en la ciudad. ▪ Actualmente existen tecnologías de tratamiento de aguas residuales que permiten alcanzar la calidad necesaria para realizar un riego seguro de las áreas verdes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La disponibilidad de agua para atender las necesidades de la ciudad son cada vez más limitadas, por tanto se requiere reusar las aguas. ▪ Muchos municipios están pagando altas tarifas por el agua utilizada en el riego de sus áreas verdes especialmente cuando se usa agua potable. ▪ En la ciudad existen casi 5,300 ha asignadas para el desarrollo de áreas verdes, de las cuales el 57% no están habilitadas por falta de agua. ▪ Las tecnologías actuales de tratamiento permiten obtener un agua residual segura a menor precio que el agua potable usada en muchos municipios.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La EPS SEDAPAL no ha asumido aún el liderazgo de tratar las aguas residuales para abastecer las áreas verdes de Lima y Callao. ▪ Las experiencias existentes no siempre controlan la calidad requerida para garantizar un uso seguro en el riego de las áreas verdes. ▪ La normatividad vigente no incluye aún los límites de calidad que deben tener las aguas residuales tratadas para su uso en el riego de áreas verdes. ▪ Los mecanismos normativos vigentes limitan las APP para tratar y usar las aguas residuales en el riego de las áreas verdes municipales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Que empresas sin experiencia y conocimiento suficiente asuman el tratamiento del agua residual y no alcancen la calidad requerida ▪ Que algunos municipios no puedan recaudar los recursos económicos suficientes para asumir los costos del tratamiento o pagar este servicio para el riego de áreas verdes con aguas residuales. ▪ Que SEDAPAL asuma la política de no autorizar la captación de aguas residuales de sus sistemas de alcantarillado. ▪ Que problemas de calidad y olores generen un rechazo de la población para regar los parques con aguas residuales.

Tabla 1.4 Análisis FODA del ME1

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Municipalidad Distrital de La Molina. 2014. Acta N° 002-2014 de la Sesión Ordinaria del Consejo Distrital La Molina. Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua. 2016. Manual de buenas prácticas para el uso seguro de las aguas residuales domésticas. Lima, Perú. Disponible en: <https://goo.gl/XtcMcM>
- Moscoso J. 2011. Estudio de opciones de tratamiento y reúso de aguas residuales en Lima Metropolitana. Proyecto Lima Water. University of Stuttgart. Lima Perú. Disponible en: <https://goo.gl/Pr5JQb>
- MVCS. 2013. Plan Nacional de Inversiones del sector saneamiento para el periodo 2014-2021 – Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima, Perú.
- IPES. 2008. Panorama de experiencias de tratamiento y uso de aguas residuales en la ciudad de Lima. Proyecto SWITCH Lima. Lima, Perú.



**ME 2: PRODUCCIÓN
DE BIODIESEL A
PARTIR DE ACEITES
COMESTIBLES
RESIDUALES (ACR)**

1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

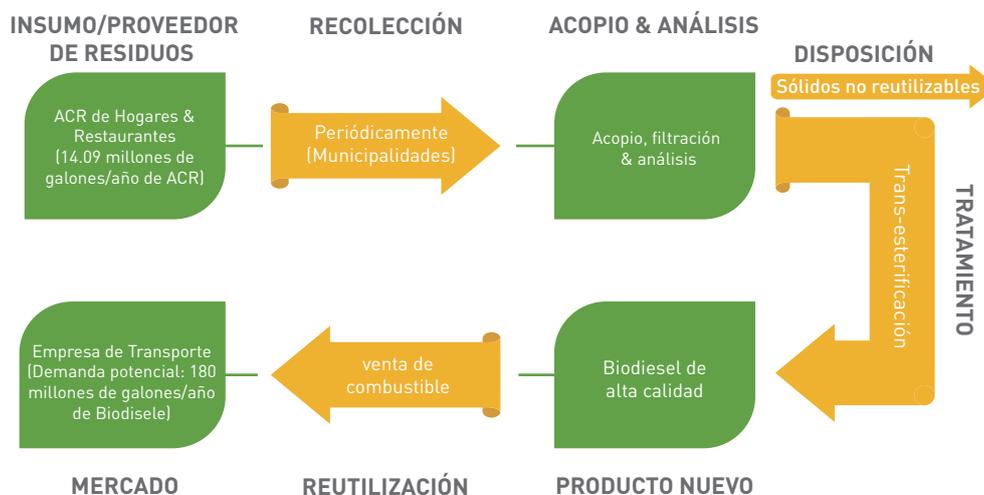


Gráfico 2.1 Diagrama de flujo: Producción de Biodiesel a partir de ACR

Se estima que la ciudad de Lima genera alrededor de 14.09 millones de galones/año de aceites comestibles residuales (ACR), de los cuales el 90% van al alcantarillado o se disponen como basura a través del servicio de recolección municipal. Solo un 7% recibe una recolección y tratamiento primario orientados a la reutilización en el mercado informal, y solo un 3% recibe un tratamiento secundario para la obtención de jabones, biodiesel u otros productos. Esto representa un problema pero al mismo tiempo una oportunidad, sabiendo que un litro de ACR contamina 1000 litros de agua mientras que al utilizar un galón de biodiesel se deja de emitir el 90% del CO₂ que genera un galón de diésel. En este contexto, el modelo de emprendimiento de Producción de biodiesel a partir de aceites comestibles residuales busca transformar los ACR en un recurso renovable y biológico definido como Biodiesel que servirá como combustible alternativo al diésel tradicional. Este enfoque pretende (i) disminuir la contaminación del aire producida por la industria y el parque automotor local que usa combustible de origen fósil (diésel) y emite gases de efecto invernadero; (ii) reducir la contaminación del agua por el vertimiento de ACR en el alcantarillado, y (iii) prevenir riesgos para la salud pública por la comercialización informal de estos residuos como insumo para alimento de cerdos y preparación de frituras de consumo humano. El proceso de transformación de los ACR en biodiesel se inicia con la recolección de los aceites de restaurantes y pollerías de la ciudad de Lima, luego se analizan sus

características físicas y químicas, en una planta de producción. Posteriormente se realiza el pre-tratamiento (filtrado, desecación, neutralización de ácidos, etc.), seguido del proceso de trans-esterificación alcalina de la mezcla, controlando la calidad del proceso. Finalmente se realiza un post-tratamiento del biodiesel y se almacena para su comercialización.

Los clientes principales de este emprendimiento serán empresas industriales y logísticas que demanden combustible ecológico y de alta calidad para sus motores diésel. Se pretende llegar a ellos a través de agentes o representantes de ventas del emprendimiento. El valor del biodiesel producido no debe exceder el valor promedio de este en el mercado (USD 2.65), el cual a su vez es menor al precio por galón del diésel. Entre los principales compradores encontramos empresas de servicios de transporte pesado y público, distribuidoras de alimentos y bebidas (p.ej. Alicorp, Backus, San Fernando, etc.), entre otras. En el mediano plazo y en una etapa de expansión del mercado de reciclaje de los ACR, se puede considerar como cliente del emprendimiento a las empresas generadores de ACR por el servicio de acopio y tratamiento.

Los actores claves del emprendimiento no solo son las empresas antes mencionadas, sino también las municipalidades como entidades de promoción del acopio y tratamiento, sensibilización a los vecinos y fiscalización de una adecuada disposición de los ACR. Asimismo se debe considerar a los sectores del gobierno

(p.ej. MINAM, MINSA, MINEDU) como reguladores y promotores de industrias de energías renovables y la educación ambiental. El emprendimiento desde la perspectiva de los actores involucrados es una solución viable pues usando el Biodiesel (i) se minimiza la contaminación del aire y agua; (ii) se promueve la formalización de una industria local de reciclaje para la producción de energía renovable y limpia generando valor económico y puestos de trabajo; (iii) se genera ahorro en gastos de mantenimiento de desagües y manejo de residuos; (iv) se cumple y fortalece el marco normativo sobre la promoción del mercado de biocombustibles, Normas Técnicas Peruanas y el reglamento para la comercialización del Biodiesel.

En cuanto al aspecto financiero, los costos previstos para el modelo se dividen en gastos logísticos (p.ej. acopio de generadores, tachos y

cilindros), personal laboral (p.e. producción, ventas y gestión), insumos del proceso productivo (p.ej. metanol, soda cáustica), alquiler de local, costos de la planta de tratamiento, administración y ventas, entre otros. Mientras que los ingresos se obtienen por la venta del biodiesel. Este emprendimiento traerá impactos positivos al ambiente como la reducción de emisiones de CO₂ por uso de diésel, la cual mejorará también la calidad de aire de Lima. Asimismo, se disminuiría la contaminación marítima al evitar el vertimiento de ACR al alcantarillado y posteriormente al mar. También se generarán impactos sociales positivos al promover la formalización de industrias locales de energías limpias que generen puestos de trabajo en la ciudad, erradicando a su vez el mercado informal y muchas veces ilegal alrededor de reciclaje de ACR.

- ACR SIN TRATAR (Alcantarillado/Desague/Basura)
- ACR TRATAMIENTO PRIMARIO (Recolección/Informa/Lavaderos/Chancherías)
- ACR TRATAMIENTO SECUNDARIO (Transesterificación): Jabones, detergentes, Biodiesel y otros.

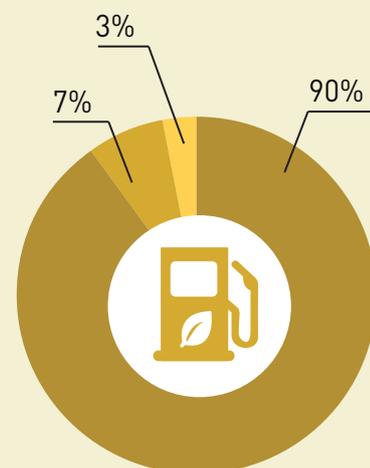


Gráfico 2.2 Gestión actual de ACR

2. DISPONIBILIDAD DEL RESIDUO

El ACR es un residuo que proviene de la preparación de frituras en cocinas de hogares y restaurantes de Lima. Este luego de haber cumplido su ciclo de vida, por responsabilidad expresada en la normativa vigente debe disponerse adecuadamente. Según las proyecciones del sector gastronómico, se considera que este residuo crecerá continuamente en los próximos años.

POBLACIÓN LIMA 2015 (hab)	CONSUMO PER CÁPITA DE ACEITE COMESTIBLE (lts/hab/año)	CONSUMO TOTAL DE ACEITE COMESTIBLE		ACEITE COMESTIBLE RESIDUAL (40% DE ABSORCIÓN)	
		lts/año	gal/año	lts/año	gal/año
8 890 792	6.5	57 790 148	15 266 549	34 674 089	9 159 930
	10	88 907 920	23 486 999	53 344 752	14 092 199

Tabla 2.1. Consumo de aceite

Para fines del modelo de emprendimiento se recomienda que los ACR tengan valores promedios de acidez y humedad relativamente bajos¹¹ (es decir, que no hayan tenido demasiado uso) para garantizar buenos rendimientos durante el proceso de obtención del Biodiesel. Aunque no existe estadística actualizada se estima que en el año 2015, la ciudad de Lima ha consumido entre 15.27 a 23.49 millones de galones de aceites a nivel doméstico.¹² Si consideramos que los alimentos absorben un promedio de 40% de aceites, podemos proyectar que la ciudad de Lima genera anualmente entre 9.16 a 14.09 millones de galones de ACR. Del total de ACR, alrededor de 3.25 millones de galones¹³ son generados anualmente por los 47 mil restaurantes de Lima.¹⁴ Los 585 establecimientos formales¹⁵ de comida rápida (fast food) y pollerías (p.ej. Bambos, KFC, Mc Donalds, Rockys, Norkys, Pardos,

etc.), generan entre 321,472 a 360,253 galones/año¹⁶ de ACR que pueden recuperarse y procesarse¹⁷ como se propone con el emprendimiento. De no ser adecuadamente gestionados y/o reaprovechados, los ACR terminarían en el alcantarillado; como alimento para cerdos en granjas informales (el aceite se combina con los desechos para que el animal gane peso y grasa); o regresarían a la población de manera informal luego de ser filtrados, clarificados (con bicarbonato), re-ensados en baldes, latas y botellas (etiquetadas con marcas conocidas) y comercializados a bajo precio en la periferia de la ciudad. El manejo informal de estos residuos afecta la salud pública pues se ha determinado que consumir ACR de forma indirecta (a través de la carne de cerdo engordado con estos aceites) o directa (al usarse como aceite "limpio" para preparar frituras), puede ser altamente cancerígeno.

ZONA DE LIMA	NÚMERO DE RESTAURANTES	PORCENTAJE
Centro	14 635	31.1%
Norte	11 019	23.4%
Este	10 251	21.8%
Sur	7159	15.2%
Callao	3944	8.4%
TOTAL	47 008	100%

Tabla 2.2. Restaurantes en Lima

3. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO

Tal como se puede observar en la Tabla 2.4, se estima que el mercado de transformación de ACR en biodiesel tendría un tamaño de USD 31.71 millones/año, en el caso de que todo el ACR generado en la ciudad de Lima fuese transformado y vendido como biodiesel. En tal sentido, si este escenario se aplica solo a los ACR generados por los restaurantes de Lima, el tamaño del mercado estaría alrededor de USD 8.61 millones. Asimismo considerando solo lo generado por Fast Food y pollerías de Lima, el tamaño del mercado sería de USD 928.65 mil /año. Al estar ligada la generación de ACR al sector gastronómico nacional, se espera que la disponibilidad de estos aceites crezca a la par del mismo, al menos en 5% cada año. Sin embargo, estos precios fluctúan ya que son sensibles al valor del dólar (ya que el metanol,¹⁸ uno de los insumos principales, es importado), y a la fluctuación del precio del petróleo que se refleja en el precio del diésel en las gasolineras.

11. Valores promedio de acidez de 2.47% en ácido oleico y humedad de 1.26% en masa.

12. Proyección INEI sobre población de Lima al 2015 es 8'890,792 habitantes y consumo anual per cápita de aceites comestibles es de 6.5 litros/habitante (año 2012) a 10 litros/habitante (Cámara de Comercio de Lima, 2014).

13. Se estima que los restaurantes de Lima disponen ACR alrededor de 5.5 litros/semana; sin embargo, existen segmentos de restaurantes que disponen alrededor de 52.0 litros/semana.

14. Una mirada a Lima (INEI, 2014); del total de restaurantes, el 31% se ubica en Lima Centro, el 23% en Lima Norte, el 22% en Lima Este, el 15% en Lima Sur y el 9% en el Callao.

15. Estos establecimientos serán, en la primera etapa, los principales abastecedores de ACR del emprendimiento para la generación del Biodiesel

16. Rango de disposición de ACR a la semana es de 43 a 48 litros/semana.

17. El año 2013 había alrededor de 03 empresas formales de procesamiento de ACR (Bioils, Mareisac, Marte); en la actualidad, viene funcionando formalmente para el tratamiento de ACR y obtención del Biodiesel solo la empresa Reborn Perú, mientras que la empresa Bioils realiza recolección de los ACR para exportarlo a Europa como insumo de biocombustible; sin embargo, existen decenas de empresas y personas que acopian estos residuos pero que no se conoce que hacen con estos insumos (se percibe que lo derivan al mercado informal).

18. El uso del metanol es controlado por las autoridades competentes pues también se usa para procesar drogas ilícitas

La entrada al mercado con este emprendimiento es relativamente fácil, las condiciones básicas que se deben cumplir para asegurar viabilidad del negocio son: (i) contar con estrategias claras de acopio de ACR (convenios con municipalidades e instituciones generadoras); y (ii) tener mecanismos claros de fiscalización y control de los órganos competentes (p.ej. SEDAPAL, DIGESA, MINAM) así como la promoción de una cultura ambiental. Si estas condiciones no se brindan entonces el emprendimiento puede repetir la historia de los años 2010 y 2013 donde alrededor de tres

empresas formales que entraron al mercado ACR salieron pues no lograron sus metas de recolección/acopio y no pudieron enfrentar al mercado informal de ACR (que paga por galones acopiados). En el año 2015 la demanda del mercado del Biodiesel en el Perú fue de 87.18 millones de galones (considerando que este se usa para añadirlo al diesel en 5%). Esta fue atendida por tres empresas productoras de Biodiesel¹⁹ y/o por la importación del producto (en el cuadro adjunto se puede observar una demanda creciente del Biodiesel).

Tabla 2.3. Demanda potencial en Lima

AÑOS	VENTA DE DIESEL	MEZCLA CON DIESEL	DEMANDA DE BIODIESEL		OFERTA DE BIODIESEL	DEMANDA INSATISFECHA DE BIODIESEL
	(MB)		(MB)	(gal)	(gal)	(gal)
2014	39 331		1967	82 594 281	46 720 000	35 874 281
2015	41 514		2076	87 179 421	49 056 000	38 123 421
2016	43 697	5%	2185	91 764 540	51 508 800	40 255 740
2017	45 881		2294	96 349 659	54 084 240	42 265 419
2018	48 064		2403	100 934 799	56 788 452	44 146 347

Tabla 2.4 Demanda insatisfecha en Lima

GENERADOR	Aceites Comestibles Residuales Generados		Potencial Biodiesel Producido (85% ACR)	Precio estimado	Mercado Potencial desde el ACR generado
	gal/año	%	gal/año	(USD/gal)	(USD/año)
Hogares	9 852 670	69.9%	8 374 769	2.65	22 168 507
Restaurantes	3 826 794	27.2%	3 252 775		8 610 287
Fast foos y pollerías	412 735	412 735	350 825		928 654
SUB TOTAL	14 092 199	100%	11 978 369		31 707 448

19. Productos Bioenergéticos del Perú (5.5% de participación en el mercado), Heaven Petroleum (93.8%) y Biocombustibles del Perú (0.8%).

Asimismo, se observa una demanda insatisfecha importante que puede ser cubierta por emprendimientos como el que se propone. En ese sentido, el segmento de mercado del emprendimiento propuesto está constituido por alrededor de 500 empresas de logística y transporte de la ciudad de Lima que cuentan con: flotas de vehículos (mínimo 50 unidades), y sistemas de abastecimiento propio de combustible. Se estima que estas empresas demandan alrededor de 10 mil galones/mes de diésel cada una, lo que proyecta una demanda total de 180 millones de galones de diésel al año. Así se puede observar que la demanda potencial del biocombustible es 13 veces más que la oferta total del mercado de procesamiento de ACR.²⁰ Sin embargo, las ventajas y beneficios del uso del Biodiesel como producto sustituto o como aditivo al diésel no son muy conocidos por este mercado. Es debido a esto que en una primera etapa, y con apoyo técnico y respaldo institucional se buscará que la oferta de Biodiesel genere la demanda del producto, siendo impulsada por una fuerza de ventas institucio-

nal que no solo ofrecerá el producto en sí mismo a precios similares al diésel (USD 2.65 por galón) sino se apelará a la responsabilidad social empresarial y conservación del medio ambiente como un valor añadido y sello de la empresa compradora. Un aliado natural del proceso de recolección de los ACR son las municipalidades y asimismo las áreas de Responsabilidad Social Empresarial y Medio Ambiente de las empresas clientes.

En la actualidad existen dos empresas formales de acopio y/o tratamiento de ACR para su transformación en Biodiesel (Reborn Perú y Bioils). También existen empresas que solo se encargan de acopiar el ACR y exportarlos a países europeos para transformarlos en Biodiesel. El emprendimiento propuesto buscará diferenciarse de la actual oferta, enfatizando la responsabilidad ambiental empresarial de los potenciales clientes, asimismo se coordinará con las autoridades sectoriales y locales la posibilidad de agregar distinciones por la contribución con la conservación del medio ambiente a partir del uso del Biodiesel.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

Para la producción de Biodiesel, los ACR generados por restaurantes serán recolectados en cilindros metálicos, luego los cilindros serán transportados a la planta de producción siguiendo una ruta predefinida para acopiar y a la vez, distribuir el producto a los clientes. En la planta, debido a las diferentes calidades que tienen los ACR acopiados, el primer proceso es analizar su grado de acidez, si la muestra se encuentra entre el 0.1° a 3° de índice de acidez (mayor a 2 gr. de KOH/lts) entonces el lote pasa directamente al siguiente proceso. Si los ACR no cumplen con este requerimiento, se realiza un proceso de neutralización y filtrado de ácidos saponificados. El siguiente proceso es la trans-esterificación, la cual consiste en provocar una reacción entre el ACR y el metanol en un medio catalizado para producir ésteres alquílicos de ácidos grasos y glicerol o glicerina. Para que esta reacción ocurra se requiere calentar la mezcla a una temperatura promedio de 60° C, agregar un catalizador básico como un hidróxido o uno ácido y esperar un tiempo de reacción cercano a las 2 horas. Luego de esto se deja reposar y asentar naturalmente, purificar y filtrar. Al final del proceso, las cadenas de ésteres se convertirán en biodiesel, reteniendo moléculas de oxígeno en su constitución, lo que le otorgará mejores propiedades de combustión. En un proceso productivo óptimo, de 1000 litros de ACR, más 156 Kg de metanol y 9.2 Kg de hidróxido de potasio, se puede obtener 998 litros de Biodiesel, 178 Kg de glicerina sin refinar (que sirve como aditivo para la fabricación de detergentes) y 23 Kg de metanol para recircular. Al final del proceso, el Biodiesel producido es almacenado para ser distribuido y comercializado. En la siguiente tabla se puede observar el proceso de producción frente a los requerimientos de terreno, electricidad y capital para maquinaria.

20. La oferta potencial de procesamiento de ACR es 14'092,199 galones por año mientras que la demanda de diésel del mercado potencial es de 180'000,000 galones por año de diésel.

Tabla 2.5 Requerimientos del proceso

REQUERIMIENTOS	Proceso de Producción de Biodiesel (137.37 Galones /Día)					SUB-TOTAL
	Calentamiento de Mezcla	Reacción de trans-esterificación	Respaso y Asentamiento	Purificación y Filtrado	Almacenamiento	
Terreno (m²)	25	75	50	50	100	300
Requerimiento de electricidad (USD/mes)	60	60	20	40	20	200
Capital requerido Maquinaria y Equipos (USD)	4.500	15,00	3.500	2,500	2,500	28,000

5. VIABILIDAD FINANCIERA

La inversión inicial del emprendimiento para una capacidad de producción de 137.37 galones/día, comprende la compra de la maquinaria, equipos, herramientas y equipos para la planta de producción. Adicionalmente se comprarán cilindros para proveedores de ACR y pre producción para el acopio de los aceites usados. También se adquirirá mobiliario y equipo informático para la oficina de producción y ventas. En total, la inversión inicial por estos conceptos asciende a USD 32 800. Se estima que el aporte propio debe ser de alrededor del 73% y el financiamiento externo el 27%.

Por otro lado, los costos de operación y mantenimiento contemplan la compra de insumos (p.ej. soda cáustica, metanol); alquiler de local y camiones para la logística de acopio y reparto; contratación y/o tercerización de servicios de control de calidad, personal de logística, de producción y ventas; gastos de electricidad, materiales de oficina, servicios de comunicación, limpieza y seguros; gastos administrativos y de ventas; gastos financieros; y otros gastos. Se estima un monto de USD 100 963 por costos de operación y mantenimiento de la planta durante el primer año.

La rentabilidad esperada del emprendimiento fluctúa

entre el 15% al 30% pues, como se mencionó anteriormente, es sensible a: (i) la variabilidad del valor del dólar (debido a que un insumo principal, el metanol²¹, es importado), y (ii) la fluctuación del precio del petróleo reflejada en el precio del diésel en las gasolineras.

El punto de equilibrio (volumen de ventas en el que los ingresos y los costos se igualan) se encuentra en 2,714 galones/mes y el margen de ganancia es 30% con referencia al costo del producto. Por otro lado, el emprendimiento requiere compromisos políticos de las autoridades sectoriales y locales para el cumplimiento de las leyes ambientales y en particular las referidas a la disposición de los aceites residuales bajo el enfoque de energías renovables. Finalmente, en la actualidad los precios proyectados del Biodiesel están a la par del diésel y cuando este se incrementa también se podrá incrementar el precio del Biodiesel. Si a este precio le agregamos el valor ambiental, se puede facilitar su introducción al mercado. En la siguiente tabla se calcula la viabilidad financiera del modelo de emprendimiento de 137.73 galones/día, en un periodo de 5 años. Se observa por los resultados que el modelo es financieramente viable.

Tabla 2.6 Viabilidad financiera del modelo

VIABILIDAD FINANCIERA	
Inversión inicial	32,800 USD
Costos O&M (Valor Actual)	362,052 USD
Ingresos (Valor Actual)	478,600 USD
Valor Actual Neto (VAN)	68,341 USD
Tasa Interna de Ganancia (TIR)	90%

21. El uso del metanol es controlado por las autoridades competentes pues también se usa para procesar drogas ilícitas.

6. ACTORES RELEVANTES Y MARCO LEGAL / INSTITUCIONAL

A.

GENERACIÓN Y RECOLECCIÓN DE LOS ACEITES

Actores relevantes: entre los principales actores relevantes durante el proceso de recolección encontramos a los gobiernos locales;²² los proveedores (generadores) de ACR y DIGESA. Los gobiernos locales por su rol promotor para la recolección formal en los hogares; los generadores por su responsabilidad compartida para disponer adecuadamente los ACR; y DIGESA, por su rol fiscalizador de las normas de protección del ambiente y salud de los trabajadores.

B.

GESTIÓN / TRATAMIENTO DE LOS ACEITES

Actores relevantes: Durante el proceso de gestión y tratamiento, los actores relevantes serían las empresas de control de calidad (laboratorios) y el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinermin). En el caso de las empresas de control de calidad, su función sería garantizar la calidad del biodiesel para que cumplan con las normas técnicas peruanas; mientras que en el caso de Osinermin, su función sería la de supervisar el cumplimiento de la normatividad vigente.

C.

REUTILIZACIÓN DE LOS ACEITES

Para el proceso de reúso, encontramos a las empresas de transporte y los sectores gubernamentales de ambiente (MINAM) y de transportes y comunicaciones (MTC). Las funciones de las empresas de transporte están centradas en promover el uso o mezcla de biodiesel con el diésel como combustible de sus unidades de transporte. Las funciones de los sectores del gobierno serán de promoción y respaldo institucional para que el sistema funcione. Por otro lado, también encontramos como actores relevantes a las empresas productoras y comercializadoras de biocombustibles elaborados desde ACR (tales como Reborn y Bioils), y entre los actores informales a los acopiadores de aceite para promover su formalización.

Marco legal/institucional: en la actualidad existe un marco normativo que brinda soporte legal a los emprendimientos de transformación de ACR para producción de Biodiesel. Entre las leyes más importantes encontramos a la Ley General de Salud – 26842; la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos – DL 1278; y la Ley 28054 de Promoción del mercado de los Biocombustibles y su reglamento (lineamientos para la producción y comercialización de los Biodiesel a consumidores finales, refinerías y grandes distribuidoras pero no a gasolineras). También encontramos la Norma Técnica Peruana 321.125.2008, y Reglamento para la comercialización de Biocombustibles (DS-021-2007-EM). Finalmente, hay proyectos de ordenanzas municipales para la disposición adecuada de los ACR. En el ámbito municipal aún se mantiene un bajo perfil para difundir las ventajas del correcto tratamiento con excepción de las municipalidades de Miraflores, Surco, San Borja y Magdalena que están teniendo mayor protagonismo al liderar procesos de conservación del medio ambiente.

22. Por ejemplo: las municipalidades de Miraflores, Surco, San Borja y Magdalena que están teniendo mayor protagonismo al liderar procesos de conservación del medio ambiente.

7. CONSIDERACIONES DE SALUD PÚBLICA

El emprendimiento de transformación de ACR en Biodiesel implica riesgos mínimos para la salud de la población pues el ACR no es un residuo peligroso durante su recolección/acopio ni cuando se transforma en Biodiesel, no obstante se deben gestionar estos riesgos de forma adecuada.

Al acopiar ACR para la generación de Biodiesel un proceso inicial es la medición obligatoria de los índices de acidez con la finalidad de informar de los resultados a los proveedores de ACR, de esta manera los provee-

dores (generadores) tendrán información sobre la vida útil del aceite vegetal así como sobre su uso correcto. Asimismo, durante el recojo y/o acopio del ACR se exige que los envases usados y los lugares de almacenamiento cuenten con protección adecuada. De manera específica, los mayores riesgos potenciales se encuentran durante la transformación del ACR en Biodiesel, tal como se puede observar en la siguiente tabla adjunta.

Tabla 2.7 Mitigación de riesgos de salud pública

PELIGROS	EVENTOS DE RIESGO	GRUPOS EXPUESTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Químicos	Inhalación de gases de metanol Mala manipulación de insumos químicos y otros disolventes Contacto con la piel u ojos	Trabajadores de la planta de producción	Uso de máscara de protección respiratoria, guantes, lentes y otros accesorios de seguridad
Físicos	Explosión y/o incendio (el metanol, aceites y biodiesel son inflamables)	Trabajadores y usuarios	Supervisión y mantenimiento de equipos Cumplimiento de normas sobre medidas contra incendios Ventilación adecuada en la infraestructura

En este sentido, la Organización Mundial de La Salud ha desarrollado los Planes de Seguridad en Saneamiento (PSS) para asegurar prevención y control de los riesgos presentes en este tipo de actividades. Estos planes incluyen metodologías para la identificación y evaluación de riesgos, así como para el control efectivo y continuo de los procesos de tratamiento, y su monitoreo por parte del operador de la planta.

Un beneficio esperado con la implementación del

emprendimiento y uso continuo del Biodiesel en la ciudad de Lima, es la reducción de la tasa de incidencia de enfermedades al sistema respiratorio (alergias, asma, etc.) pues prácticamente, este combustible no contiene sulfuros, tiene un punto de inflamación relativamente alto (150° C) que lo hace menos volátil y más seguro de manejarlo; asimismo, su toxicidad acuática es menor.

8. IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

Este modelo de emprendimiento trae consigo impactos positivos y beneficios ambientales, sociales y económicos. Los principales impactos ambientales son la protección de nuestro mar al reducir la cantidad de ACR que va al alcantarillado; y la mejora en la calidad de aire de Lima debido a la reducción de emisiones de CO₂ por el uso de diésel. Asimismo el modelo buscará establecer un proceso de alianzas para establecer un "Sello Verde" para certificar y dar valor a las empresas generadoras de ACR y compradoras de Biodiesel que se sumen a este proceso de transformación. El contar con este sello derivará en una mejor imagen de las empresas y por consecuencia, en beneficios socio-económicos para la población vinculada. Asimismo, la población podrá contar con información

sobre los adecuados procesos de disposición de los ACR liderados por su gobierno local.

Con la implementación del modelo se estima también que los costos de mantenimiento de alcantarillado y trampas de grasa disminuirán considerablemente a mediano y largo plazo. También se espera que el emprendimiento genere puestos de trabajo en niveles de operarios y profesionales especializados en temas ambientales y económicos. Finalmente, un impacto clave que se puede lograr desde la institucionalidad pública y privada es la educación y sensibilización de la población a través de colegios e instituciones educativas. A través de esto se habrá dado un paso importante al dar a conocer a la población los daños que ocasiona una inadecuada gestión de los ACR y sobre todo que estos residuos se pueden transformar en productos que no dañan el ambiente sino por el contrario, ayudan a preservarlo.

9. CANVAS DEL MODELO DE EMPRENDIMIENTO

La herramienta CANVAS se utiliza para esquematizar un proyecto, de forma que se identifiquen sus elementos principales en cada aspecto. A través de esta herramienta se presenta el modelo de emprendimiento, permitiendo tener una visión integral del mismo y ayudando a mejorarlo y complementarlo.

Tabla 2.8 CANVAS del ME 2 de Producción de Biodiesel a partir de Aceites Comestibles Residuales

Socios clave	Actividades claves	Propuestas de valor	Relaciones con clientes	Segmentos de cliente
<ul style="list-style-type: none"> Gobiernos locales MINAM Ministerio de Energía y Minas Sociedad Nacional de Industrias Cámara de Comercio de Lima UNALM 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección y acopio de ACR Producción de Biodiesel Venta Biodiesel Gestión Empresa 	<ul style="list-style-type: none"> Producción de Biodiesel de buena calidad a partir de ACR, a precios competitivos Fuente energía renovable y amigable con el medio ambiente. 	<p>Brindar a clientes distintivos/sellos de contribución a la conservación del ambiente.</p>	<p>Empresa de transporte público y carga con Responsabilidad Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> Empresa mineras Empresas logísticas Plantas industriales Empresas con abastecimiento de combustible
	<p>Recursos clave</p> <ul style="list-style-type: none"> ACR e insumos Planta producción Instrumentos de planificación y gestión Personal capacitado 		<p>Canales</p> <p>Venta directa a través de promotores y/o representantes de ventas (contratos)</p>	
<p>Estructura de costos</p> <ul style="list-style-type: none"> Inversión inicial: máquinas y equipos. Costos operativos: mat, personal, servicios, etc. Gastos administrativos y ventas. 		<p>Fuente de ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> Venta de Biodiesel en galones y cilindros. 		
<p>Costos Socioeconómicos y Ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> Aumento del costo de recolección por una mayor demanda de ACR. 		<p>Beneficios socioeconómicos y ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> Protección de recursos naturales: agua/aire Mayor conciencia ambiental de la comunidad. 		

10. ANÁLISIS FODA

En la Tabla 2.9 se presenta el análisis FODA del modelo de emprendimiento. Esta herramienta permite esquematizar la situación del proyecto y reconocer las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para identificar puntos críticos y estimar el potencial del emprendimiento.

Tabla 2.9 Análisis FODA del ME2

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja inversión inicial para transformar ACR en Biodiesel (maquinaria, equipos y capital de trabajo para un ciclo de producción). ▪ Proceso de producción de Biocombustibles cuenta con tecnología sencilla. ▪ La gestión de riesgos del proceso de producción es completamente mitigable. ▪ Alta disponibilidad de ACR en Lima Metropolitana (alrededor de 14 millones de galones/año). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El concepto de industria verde es cada vez más conocido en las empresas nacionales; estado que facilita la llegada a potenciales clientes. ▪ Normatividad favorable para la promoción del mercado y comercialización de biocombustibles. ▪ Demanda insatisfecha de Biocombustibles es creciente en el mercado peruano. ▪ Mezcla de biocombustibles puede extenderse hasta un 20% lo que generaría una mayor demanda de Biocombustibles
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta dependencia a sistemas de recolección de ACR vinculadas a los sistemas municipales. ▪ La mayoría de los potenciales clientes no conocen las ventajas del Biodiesel. ▪ Ausencia de mecanismos de control de calidad de los Biodiesel para estandarizar productos en Pymes. ▪ No existe mecanismos de fiscalización efectiva de los órganos competentes para que los ACR sean adecuadamente dispuestos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existencia de un sector informal que genera distorsiones durante la recolección de los ACR. ▪ Se mantenga la norma que limite la comercialización de Biodiesel directamente a las empresas de distribución de combustibles.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IPES. 2013. Informe Final de Consultoría Recuperación y Reúso de Residuos Orgánicos en la ciudad de Lima. Proyecto RRR, primera fase. Lima, Perú.
2. Reborn Perú Energía Renovable. 2016. Informe de consultoría sobre abastecimiento, producción y comercialización de Biodiesel producidos de aceites comestibles usados. Lima Perú.
3. Castro, Paula. 2007. Opciones para la producción y uso del Biodiesel en el Perú. Soluciones Prácticas-ITDG. Lima Perú.
4. Fernando, Acosta, Paula Castro, Elsa Cortijo. 2008. Manual de construcción y uso de reactor para la producción de Biodiesel a pequeña escala. Soluciones Prácticas-ITDG. Lima Perú.
5. Cámara de Comercio de Lima – Boletín Institucional. 2014.
Disponible en:
<http://www.camaralima.org.pe/principal/categoria/boletin-virtual-la-camara-al-dia/19/c-19>
6. Centro de Información y Documentación - INDECOPI. 2014. Guía informativa sobre Biocombustibles.
Disponible en:
http://repositorio.indecopi.gob.pe/bitstream/handle/11724/4691/1019_CID_Guia_20140600_biocombustibles.pdf?sequence=1&isAllowed=y
7. Ministerio de Energía y Minas. 2005. DS-013-2005-EM: Reglamento de la Ley de Promoción del Mercado de Biocombustibles.
Disponible en:
<http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/DS-013-2005-EM-CONCORDADO.pdf>
8. Congreso de la República del Perú. 2003. Ley de Promoción del mercado de Biocombustibles – Ley 28054.
Disponible en:
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9E95620CC059138105257C9E005AB2F9/\\$FILE/28054.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9E95620CC059138105257C9E005AB2F9/$FILE/28054.pdf)
9. Osinermin. 2007. DS-021-2007: Reglamento para la comercialización de Biocombustibles.
Disponible en:
<http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/DS-021-2007-EM-CONCORDADO.pdf>
10. Boletín IFC - Grupo Banco Mundial. 2015. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción y el procesamiento de aceite vegetal.
Disponible en:
http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/45b741004ade88459ce3fe4fb4720a61/Spanish_Veg+Oil_Feb+2015_FINAL.pdf?MOD=AJPERES
11. Juan Godínez Viacava. 2013. Estudio de Pre-factibilidad para la implementación de una planta de Biodiesel a base de aceites usados en Lima. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial en la PUCP.

Disponible en:

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5196>

12. Luis Márquez Farfan. 2013. Diseño de un sistema para la gestión de aceites vegetales usados en Cañete para producir Biodiesel. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial y de Sistemas Universidad de Piura.

Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2015/ING-L_003.pdf?sequence=1

13. INEI. 2011. Perú: Consumo Per Cápita de los principales alimentos 2008 – 2009.

Disponible en:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/cap01.pdf

14. Juan Herrera Restrepo. 2008. Caracterización y aprovechamiento del Aceite Residual de frituras para la obtención de un combustible (Biodiesel). Tesis para obtener el Título de Tecnólogo Químico. Pereira - Colombia.

Disponible en:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1059/6626H565.pdf;jsessionid=E0DC1E933624F52FFCC70F24A97A5A6E?sequence=1>

15. Web INEI. Estadísticas de población y vivienda.

Disponible en:

<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>



**ME 3: PRODUCCIÓN
DE COMPOST A
PARTIR DE RESIDUOS
VEGETALES DE
MERCADOS**

1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO



Gráfico 3.1 Diagrama de Flujo: Producción de compost a partir de residuos vegetales de mercados

El crecimiento urbano genera una demanda de los servicios de manejo de residuos, la cual supera muchas veces las capacidades de las municipalidades. Esto ocasiona que los servicios se realicen de manera inadecuada, dejando a la población expuesta a los residuos y generando riesgos de salud. Al mismo tiempo esto genera una mayor demanda de lugares para disposición, lo que eleva los costos operativos de la gestión de residuos. Se estima que más del 54% de los residuos se disponen en el ambiente sin ningún tipo de tratamiento (PLANAA). Dentro de los generadores de residuos en Lima, destacan los mercados y centros de abasto. En este caso específico, se estima que se generan aproximadamente 170 000 ton/año de residuos orgánicos provenientes de mercados mayoristas y de abasto. La gestión actual de estos residuos es responsabilidad de las municipalidades, quienes se encargan del manejo directamente o a través de Empresas Prestadoras de Servicios (EPS). El destino final para estos residuos son los rellenos sanitarios, aunque muchas veces no llegan a estos, debido a una gestión inadecuada. A pesar de ser la disposición adecuada actual, los rellenos sanitarios ya no resultan sostenibles, debido a las cantidades de emisiones que pueden llegar a generar, a las grandes extensiones de terreno que requieren, y a los costos de transporte de los residuos.

En este contexto, el modelo de emprendimiento de Producción de compost a partir de residuos vegetales

de mercados busca gestionar estos residuos de forma sostenible al recolectarlos y transformarlos a través del compostaje en un producto de valor comercial. La calidad asegurada y los beneficios socio-ambientales derivados de la gestión de los residuos, le dan un valor agregado al compost, haciéndolo más atractivo y competitivo en el mercado. Se ha desarrollado un caso de estudio en el que los clientes principales de este producto son hogares, administradores de áreas verdes, y agricultores orgánicos. Actualmente, el mercado de fertilizantes orgánicos es pequeño pero creciente, encontrándose valorizado entre 1.3 y 3.25 millones de Soles anuales (441,000 USD/año – 1 millón de USD/año). Se estima que en Lima existe una demanda potencial de compost de 40,000 ton/año, la cual tiene una tendencia creciente debido a factores como la expansión urbana, y el crecimiento de agricultura orgánica y urbana. Teniendo en cuenta la actual disposición de pagar de los segmentos de cliente mencionados (entre s/.0.90 y s/.1.20) se estima que con una planta relativamente pequeña (1.28 ton/día de residuos) se pueden generar ingresos de hasta S/. 126,000 Soles por año (USD \$38,835/año). Este modelo de emprendimiento no solo representa una oportunidad de negocio, sino que también ofrece muchos beneficios socio-ambientales como la reducción de la contaminación ambiental, reducción de riesgos de salud, mayor eficiencia en el uso de recursos, mejoramiento de suelos, entre otros.

2. DISPONIBILIDAD DEL RESIDUO

Los insumos requeridos para este modelo son residuos orgánicos vegetales provenientes de mercados de abasto y mayoristas, compuestos básicamente por restos de frutas, verduras y flores. Este tipo de residuos representa el 11.97% del total de residuos orgánicos generados en Lima Metropolitana. Su oferta de generación en Lima es de aproximadamente 170 000 ton/año, en los más de 1200 mercados de abastos de Lima Metropolitana, los dos mercados de flores ubicados en el distrito de Rímac, más los residuos generados en el Gran Mercado Mayorista de Lima Metropolitana, y el mercado mayorista de frutas. Así se tiene una generación de casi 470 ton/día, en función a la afluencia de productos provenientes de los proveedores agrícolas. Actualmente los residuos son recolectados por las municipalidades correspondientes y dispuestos en los rellenos sanitarios autorizados de la ciudad de Lima.

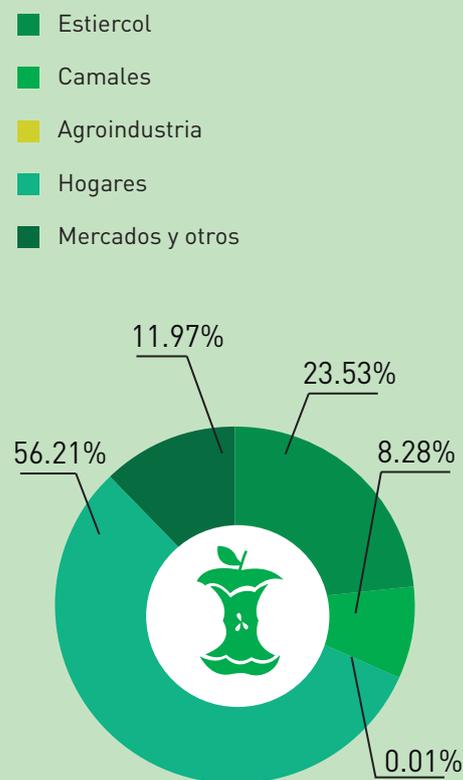


Gráfico 3.2 Generación de residuos orgánicos de mercados

3. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO

El mercado de los fertilizantes está liderado por los fertilizantes químicos importados, que mueven alrededor de USD 800 por hectárea al año y que representan una importante competición indirecta. El mercado de fertilizantes orgánicos es pequeño pero creciente. Este se encuentra valorizado entre 1.3 - 3.25 millones de soles anuales con gran potencial de crecimiento futuro debido a la demanda por parte del sector agrícola, sobre todo para productos de exportación. Existe un nivel medio de facilidad de entrada al mercado. En este sentido es importante para el modelo diferenciar el producto, siendo un aspecto importante la preferencia de los consumidores

por compost nacional, de calidad y con un valor socio-ambiental.

Dentro de este mercado existen un grupo heterogéneo de clientes, con necesidades particulares. Se consideran tres segmentos de cliente potenciales para este modelo: los hogares, los administradores de áreas verdes, y los agricultores orgánicos. Se estima que en Lima estos segmentos de cliente presentan una demanda potencial de 40,000 ton/año de compost. Los precios de compost en el mercado urbano se encuentran entre S/. 0.90 - 1.50 el kg, mientras que en la venta al por mayor está entre S/. 0.20 - 0.50 el kg. Es así que se ha identificado que los hogares son el segmento

de cliente con mayor disposición a pagar, siendo éstos clientes de mayor poder adquisitivo y compra minorista. Adicionalmente, los agricultores orgánicos tienen también una alta disposición a pagar, siempre y cuando se trate de un compost seguro para sus productos y de calidad certificada. Los administradores de áreas verdes tienen una menor disposición a pagar ya que requieren de mayores cantidades, sin embargo esta sigue siendo mayor que la de los agricultores tradicionales, sobre todo la de administradores de áreas verdes privadas.

Como una experiencia comparable de compostaje está la empresa

Mallki (San Fernando), que ha desarrollado un modelo de producción de compost con características específicas para las necesidades de cada cliente, siendo su segmento de cliente principal la agricultura de exportación.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

Los insumos del proceso serán los residuos orgánicos provenientes de mercados de vegetales, frutas y flores, ubicados en Lima Metropolitana. Luego de la recolección, estos residuos serán tratados mediante un proceso de compostaje. De entre los distintos tipos de compostaje que existen, está el compostaje en pilas, el cual gracias a su accesibilidad y relativa facilidad es la alternativa de tratamiento elegida para este modelo.

Para asegurar la calidad del compostaje se necesitará de un pretratamiento de los residuos, el cual consistirá en la segregación y separación de los elementos no favorables (p.ej. plásticos, metales, etc.), y el triturado y picado para asegurar un tamaño óptimo de los

residuos. Serán necesarios materiales complementarios (p.ej. estiércol, residuos de poda) para el formado de las pilas o rumas en donde se darán naturalmente procesos bioquímicos de descomposición aerobia de la materia orgánica, influenciados por distintas variables como humedad, temperatura, ph, relación carbono-nitrógeno, entre otras, logrando así la destrucción de patógenos, reducción de volumen, y recuperación de nutrientes. Este método tiene una duración aproximada de tres meses y genera una transformación aproximada de 30% de los residuos tratados a compost.

Otra técnica de compostaje es la del compostaje “Bocashi”, diferen-

ciándose en la necesidad de volteo diario, materiales complementarios adicionales para intensificar la actividad microbiana, y mayor demanda de mano de obra. Asimismo, a diferencia del compostaje en pilas, se puede obtener compost en 6 semanas.

Al término del proceso de compostaje, el producto debe ser analizado, tamizado y empaquetado para su distribución y venta. Existen varios escenarios alternativos que plantean cambios en el proceso de compostaje. La mezcla de lodos residuales con los residuos orgánicos es una opción potencial que se sigue investigando, ya que demanda mayor rigurosidad y complejidad de control, debido a las características de los lodos.

Tabla 3.1 Requerimientos del proceso

REQUERIMIENTO	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
	Compostaje en pilas convencionales	Compostaje Bocashi
Terreno	Alto	Alto
Operarios capacitados	Bajo	Medio
Otros insumos	Bajo	Medio
Agua	Bajo	Medio
Energía eléctrica	Bajo	Medio
Inversión (infraestructura y equipamiento)	Bajo	Bajo
Tiempo de producción	3 meses	6 semanas

El modelo propuesto requiere de una inversión relativamente baja en tecnología. Por el contrario, requiere gran cantidad de mano de obra y gran disponibilidad de espacio. En cuanto a infraestructura, no requiere estructuras complejas ni gran consumo de energía o

agua. Se considera que las mayores limitantes para este modelo pueden ser la disponibilidad de espacio y la capacidad operativa. En este sentido, la capacitación del personal en la operación y mantenimiento del sistema resultan esenciales.

5. VIABILIDAD FINANCIERA²³

La viabilidad financiera del modelo se ve reflejada en la relación entre sus costos e ingresos. La estructura de costos más relevantes a considerar son la adquisición de terreno, infraestructura y equipos, operación de la planta, monitoreo de calidad, mercadeo y costo de aplicación. En cuanto a los ingresos, estos se darán a través de la venta de compost a hogares, administradores de áreas públicas y privadas y agricultores orgánicos. La venta de servicio de aplicación de compost representa una potencial fuente de ingreso adicional. Por otra parte, también existen otras alternativas de ingresos como la venta de bonos de carbono gracias a la reducción de emisiones a través del tratamiento²⁴; la co-generación de energía al reaprovechar los gases de descomposición; entre otras. Cabe mencionar que este esquema es distinto para cada emprendedor (p.ej. Municipalidad, EPS-RS, empresa privada, etc.), de acuerdo a los recursos con los que cuente.

En lo referido al financiamiento para este tipo de iniciativas, existen actualmente fondos de entidades como PRODUCE, PRO INVERSIÓN, COFIDE, FONAM, BID, entre otros, así como iniciativas privadas que pueden representar buenas alternativas para el financiamiento de la inversión inicial. En el sector público, iniciativas como el Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal impulsado por el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) promueven las acciones sostenibles, asimismo la promoción de inversiones del Ministerio del Ambiente (MINAM) a través de Perú Limpio²⁵ y los programas de promoción de abonos orgánicos del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Todo esto favorece la sostenibilidad financiera del modelo, ya sea buscando la venta directa del compost, o su vinculación con otras iniciativas (p.ej. biohuertos, programas de restauración de suelos, etc).

CASO DE ESTUDIO

Para presentar la viabilidad financiera de este modelo se ha considerado un caso de una planta de compostaje privada, la cual utiliza la técnica Bocashi y cuenta con una capacidad de tratamiento de 468 ton/año²⁶ (360 ton/año de residuos orgánicos y 108 ton/año de material complementario), obteniéndose aproximadamente 140 ton/año de compost (considerando que este se obtiene cada 2 meses que dura el proceso).

Inversión inicial: El modelo financiero para este caso plantea un costo inicial²⁷ de S/. 60 000 que incluye: construcción e infraestructura; maquinaria y equipo; otros costos pre operativos (estudios, permisos, etc.).

Costos operacionales: Por otro lado, los costos operativos se estiman en S/. 80 583 incluyendo: personal laboral; mantenimiento de equipos e infraestructura; insumos (materiales complementarios); análisis de laboratorio para control de calidad; empaquetado del producto; distribución y comercialización; y costos de aplicación (de considerarse un servicio de aplicación del compost).

Ingresos: En el caso de los ingresos, estos se darán gracias a la venta del compost. Se considera un precio para el compost de S/. 0.90 por kilogramo, siendo igual a S/. 900 por tonelada. Así se generarían S/. 126,000 soles anuales. Para un periodo de los primeros 5 años se estima un TIR de 74.6%, y un VAN de S/. 94 162.

23. Los datos en esta sección corresponden a un caso ejemplo. Estos datos pueden variar según la situación particular de cada emprendimiento y las proyecciones que se tengan para realizar los cálculos.

24. El modelo de emprendimiento puede alinearse al perfil de un proyecto MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio), al generar una reducción de residuos dispuestos en rellenos sanitarios, y por lo tanto una reducción en la emisión de CH₄ producto de su descomposición. Esto permitiría aplicar a la emisión de CERs (Certificados de Emisiones Reducidas) a ser vendidas en el mercado de carbono internacional.

25. Eje de trabajo del Ministerio del Ambiente (MINAM)

26. Para el desarrollo del caso para el modelo de emprendimiento se tomó como referencia el Mercado Mayorista de Santa Anita.

27. Se considera que existe la disponibilidad de un espacio/terreno (sin comprar ni alquilar)

Tabla 3.2 Viabilidad financiera del modelo

VIABILIDAD FINANCIERA	
Inversión Inicial	S/. 60,000
Costos Operativos	S/. 80,583
Ingresos	S/. 126,000
VAN	S/. 94,162
TIR	76.4%

6. ACTORES RELEVANTES Y MARCO LEGAL / INSTITUCIONAL

A

Actores relevantes: Los actores clave en la generación de residuos para este caso son los administradores de mercados de frutas, verduras y flores; mientras que en la recolección de los residuos intervienen principalmente las municipalidades y las EPS-RS. Las municipalidades tienen como función asegurar el servicio de recolección de residuos dentro de su jurisdicción, además de fiscalizar las condiciones adecuadas para el funcionamiento de los mercados. Algunos mercados cuentan con un servicio particular de recolección de sus residuos, brindado por alguna EPS-RS. Los mercados son la fuente del residuo, por lo que es

GENERACIÓN Y RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS

importante trabajar coordinadamente con los administradores y así asegurar una disponibilidad constante de residuos.

Una actividad que puede mejorar el desempeño del modelo es la segregación de los residuos en la fuente de generación, es decir, en los mismos mercados. Si los residuos llegan ya separados, esto facilitará las labores en planta e influirá de forma positiva en la eficiencia del proceso de compostaje, reduciendo tiempos de producción y costos operativos en la etapa de tratamiento. Esto se podría lograr mediante la coordinación con la administración del mercado y la entidad encargada de la recolección. Existe un programa nacional de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos implementado por el MINAM, a través del cual alrededor de 210 municipios han podido recuperar 11 mil toneladas de residuos. No obstante, este programa no incluye a los residuos orgánicos.

Marco legal/institucional: Las entidades encargadas de supervisar estos procesos son principalmente: las municipalidades, fiscalizando el funcionamiento de los mercados; el MINAM, fiscalizando la gestión municipal de residuos a través del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA); y DIGESA, encargada de supervisar la labor de las EPS-RS. El marco legal se sostiene en la Ley General del Ambiente (Ley N°28611); la Ley General de Residuos Sólidos (Ley N°27314) que se encuentra en transición hacia la nueva Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (DLN°1278); la Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972); entre otras. Asimismo cuenta con otros instrumentos como el Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016 – 2024, los Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos (PIGARS); la Ley de Regulación de las Actividades de Recicladores; entre otros.

B.

Actores relevantes: El principal actor para esta etapa es la entidad encargada de la implementación y operación de la planta de compostaje, pudiendo ser una EPS-RS, una empresa privada o una institución pública. Por lo general las mayores necesidades para este tratamiento son el espacio y la mano de obra, es por esto que las municipalidades, al poseer terrenos municipales y gran capacidad logística, podrían ser un buen implementador. Por otra parte, las empresas privadas por lo general tienen presupuestos más versátiles, y las EPS-RS por lo general cuentan con mayor experiencia técnica. Todos estos actores tienen la capacidad de implementar una planta de compostaje, sin embargo las asociaciones entre ellos podría ser la alternativa más eficiente. Un mecanismo para lograr esto son las

GESTIÓN / TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE MERCADO

Asociaciones Público-Privadas (APP).

Otro aspecto relevante es el potencial de investigación que tienen los procesos de tratamiento de residuos como el compostaje, lo que podría involucrar a las universidades o a centros de investigación, mediante convenios para generar información valiosa y desarrollo académico.

Marco legal/institucional: Las entidades encargadas de supervisar estos procesos son principalmente: las municipalidades; el MINAM, fiscalizando la gestión municipal de residuos a través del OEFA; y DIGESA, encargada de supervisar la labor de las EPS-RS y de la supervisión de plantas de tratamiento de residuos. El marco legal se sostiene en la Ley General del Ambiente (Ley N°28611); la Ley General de Residuos Sólidos (Ley N°27314) que se encuentra en transición hacia la nueva Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (DLN°1278); la Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972); entre otras. Asimismo cuenta con otros instrumentos como el Plan nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016 –

2024, los Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos (PIGARS); la Ley de Regulación de las Actividades de Recicladores; entre otros. Así mismo será necesaria la elaboración de documentación relevante como Estudios de Impacto Ambiental y Planes y Declaraciones de Manejo de Residuos; además de la intervención de otras entidades como el SERNANP, Ministerio de Cultura, Defensa Civil, entre otras, quienes deberán dar su aprobación en la competencia de cada uno.

El presente modelo de emprendimiento genera un aporte directo al cumplimiento de los objetivos de la gestión ambiental del país, a través del cumplimiento de la meta nacional establecida por el PLANAA: 100% de tratamiento y disposición residuos municipales para el 2021. Asimismo, el MINAM tiene al manejo de residuos como prioridad y desarrolla varios proyectos con agencias de cooperación para asegurar que se realice de forma adecuada. Es así que se puede encontrar apoyo desde el estado para estas iniciativas.

C.

REUTILIZACIÓN DEL COMPOST

Actores relevantes: Los principales actores para esta etapa son los distribuidores y comercializadores del producto final, pudiéndose incluir también a los mismos clientes, quienes serán los que completan la reutilización del residuo. Los canales utilizados para la venta del

compost son distintos según cada cliente, y a su vez demandarán la intervención de diferentes actores. Para los hogares se plantea una venta indirecta a través de comercializadores minoristas (p.ej. tiendas de abonos, homecenters, etc.) quienes, al tener llegada a un

gran número de clientes, mantendrán una relación masiva con ellos. La utilización del compost por estos clientes se dará a través de la jardinería y/o el cultivo a pequeña escala (p.ej. plantas ornamentales). Con los administradores de áreas verdes se tendrá una relación directa, ya que requerirán mayores cantidades de compost y lo más común sería que compren directamente en la planta. No obstante, esta relación puede ser indirecta si interviniese un tercero que transporte el producto hacia el consumidor. En el caso de los agricultores orgánicos, se pueden considerar los escenarios mencio-

nados para hogares y para administradores de áreas verdes, dependiendo de la escala de cultivos que se maneje. Por ejemplo, para agricultura orgánica urbana se puede considerar una relación indirecta (a través de minoristas) ya que por lo general representa una menor escala. Otros actores importantes son los laboratorios y certificadoras, ya que a través de estos se podrá validar y certificar la calidad del compost, generando valor agregado y mayor confianza en los clientes.

Marco legal/institucional: Actualmente no existe una amplia normativa en relación a abonos y

fertilizantes orgánicos, no obstante se pueden tener en cuenta la Ley de Promoción de la Producción Orgánica o Ecológica (Ley N°29196), el Reglamento técnico para los productos orgánicos, y el Registro para organismos de certificación. Existen programas que promueven el uso de abonos orgánicos impulsados por el gobierno central, los cuales pueden estar dirigidos a la agricultura, educación, remediación ambiental, etc. De este modo intervienen ministerios como el MINAM, MINAGRI, MINEDU, así como ONGs e instituciones sociales.

7. CONSIDERACIONES DE SALUD PÚBLICA

Un aspecto importante para asegurar el adecuado desarrollo del modelo, es la gestión de riesgos de seguridad y saneamiento. Los riesgos asociados a los procesos de modelo de emprendimiento pueden ser físicos, químicos, y biológicos. Estos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3.3 Mitigación de riesgos de salud pública

PELIGROS	EVENTO DE RIEGO	GRUPOS EXPUESTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Químicos	Contacto, inhalación o ingestión de sustancias químicas en los residuos (colorantes, detergentes, etc)	Personal encargado de la recolección de residuos y segregación de planta.	Uso de equipos de protección personal (mascarillas, lentes, guantes, botas, etc). Capacitación al personal
Físicos	Contacto con elementos punzocortantes en los residuos. Inhalación de gases con olores desagradables.	Personal encargado de la recolección de residuos y segregación de planta. Población aledaña a la planta.	Uso de equipos de protección personal (mascarillas, lentes, guantes, botas, etc). Capacitación al personal Infraestructura adecuada.
Biológicos	Inhalación o ingestión de patógenos	Personal encargado de la recolección de residuos y segregación de planta.	Uso de equipos de protección personal (mascarillas, lentes, guantes, botas, etc). Capacitación al personal.

La Organización Mundial de La Salud ha desarrollado los Planes de Seguridad en Saneamiento (PSS) para asegurar prevención y control de los riesgos presentes en este tipo de actividades. Estos planes incluyen metodologías para la identificación y evaluación de riesgos, así como para el control efectivo y continuo de los procesos de tratamiento, y su monitoreo por parte del operador de la planta.

Para asegurar un proceso seguro se deben tomar medidas de mitigación para cada aspecto mencionado. En el caso de la operación: (i) usar equipos de protección personal (p.ej. guantes) y herramientas adecuadas en buen estado; (ii) mantener los parámetros de compostaje en niveles óptimos (> 45°C al menos por 5 días; humedad en un 40%); (iii) tamizar siempre el compost antes de empacarlo. De cara a la infraestructura se debe: (i) acondicionar adecuadamente las zonas de trabajo (buena ventilación, señalización y espacio suficiente); (ii) realizar control de plagas en la planta; (iii) establecer un área neutral (zona de amortiguamiento) entre la planta y la comunidad. Por último en cuanto al comportamiento y prevención: (i) realizar capacitaciones periódicas para trabajadores; (ii) Implementar programas de bienestar del trabajador; (iii) evitar la exposición prolongada de los trabajadores (turnos largos); (iv) Informar a los usuarios sobre el manejo correcto del producto.

8. IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

El modelo de compostaje trae impactos positivos y beneficios ambientales, sociales y económicos. Los principales impactos ambientales son el aporte al desarrollo sostenible de Lima promoviendo la gestión sostenible de los residuos; la reducción de la contaminación de cuerpos receptores de residuos (suelos, ríos, lagos, etc.); y la mejora de las condiciones del suelo para cultivos y áreas verdes, a través de la aplicación del compost. Cabe mencionar que este tipo de proyectos también tiene potencial de reducción de emisiones de CO₂ por tratamiento de residuos, significando un aporte a las acciones contra el cambio climático. Entre

los impactos sociales se considera la mejora en las condiciones sanitarias de la ciudad, la reducción de los riesgos de salud, y la generación de empleo. Asimismo, estas iniciativas tienen un gran potencial educativo sobre la importancia de la gestión de los residuos y la protección del ambiente. Por último se generarán también beneficios económicos relacionados a la reducción de costos operativos en la gestión de los residuos sólidos; la venta del compost con valor agregado; y la asociación estratégica entre actores involucrados.

9. CANVAS DEL MODELO DE EMPRENDIMIENTO

La herramienta CANVAS se utiliza para esquematizar un proyecto, de forma que se identifiquen sus elementos principales en cada aspecto. A través de esta herramienta se presenta el modelo de emprendimiento, permitiendo tener una visión integral del mismo y ayudando a mejorarlo y complementarlo.

Tabla 3.4 CANVAS del ME 3 de Producción de compost a partir de residuos vegetales de mercados

Socios Clave	Actividades Claves	Propuestas de Valor	Relaciones con clientes	Segmentos de Cliente
<ul style="list-style-type: none"> Administradores de Mercados de vegetales. EPS-RS Proveedor de materiales complementarios Laboratorios Empresa privada DIGESA Minoristas (supermercados tiendas) Prestadora de servicios de mantenimiento de áreas verdes. 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección Pre-tratamiento Compostaje Control de calidad Comercialización Aplicación 	<ul style="list-style-type: none"> Compost orgánico de calidad, mejorando suelos. Diferentes presentaciones. Servicio de aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> Masiva Personalizada (dedicada) 	<ul style="list-style-type: none"> Usuarios de hogares Operadores de áreas verdes privadas y públicas. Agricultores orgánicos.
	<p style="text-align: center;">Recursos Clave</p> <ul style="list-style-type: none"> Residuos orgánicos Materiales complementarios Infraestructura y equipos, terreno. Mano de obra Experticia en compostaje y PPS. 		<p style="text-align: center;">Canales</p> <ul style="list-style-type: none"> Venta en planta/camiones (directo). Minoristas (indirecto) 	
<p style="text-align: center;">Estructura de Costos</p> <ul style="list-style-type: none"> Adquisición de terreno. Infraestructura y equipos Operación de la planta - Monitoreo de calidad Mercadeo y costo de aplicación. 		<p style="text-align: center;">Fuente de Ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> Venta de compost (diferentes condiciones de pago) Servicio de aplicación. 		
<p style="text-align: center;">Riesgos Socio-económicos y Ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> Riesgos de salud para el personal y población aledaña. Riesgo de salud pública (baja calidad) 		<p style="text-align: center;">Beneficios Socio-económicos y Ambientales</p> <ul style="list-style-type: none"> Reducción de la contaminación y riesgo de salud. Mejora de suelos y más áreas verdes. Mayor valor de terrenos y generación de empleo. Más espacio en rellenos. 		

10. ANÁLISIS FODA

En la Tabla 3.5 se presenta el análisis FODA del modelo de emprendimiento. Esta herramienta permite esquematizar la situación del proyecto y reconocer las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para identificar puntos críticos y estimar el potencial del emprendimiento.

Tabla 3.5 Análisis FODA del ME3

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> El modelo utiliza un sistema de tratamiento de residuos orgánicos efectivo, de bajo costo y fácil de manejar Ataca a uno de los problemas prioritarios de Lima, como es el manejo de residuos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> Crecimiento del mercado de abonos orgánicos. Crecimiento del mercado agroexportador peruano. Respaldo institucional Generación de trabajo debido a la gran necesidad de mano de obra
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> El espacio es uno de los factores más limitantes. Existe una competencia considerable en la producción de abono orgánico Importancia de la rigurosidad de la segregación del residuo en la fuente 	<ul style="list-style-type: none"> El compromiso por parte de los actores clave para sostener el proyecto una vez iniciado Problemas sociales por la ubicación de las plantas de compostaje

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Congreso de la República, 2000. Ley General de Residuos Sólidos. Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>
2. Congreso de la República, 2003: Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972). Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-organica-municipalidades>
3. Congreso de la República, 2009: Ley de regulación de las actividades de recicladores (Ley N° 29419). Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-que-regula-actividad-recicladores>
4. IWMI, 2015: Market Assessment of RRR Business Models – Lima City Report. Lima. pp. 92- 109.
5. IPES, 2013: Recuperación y reúso de residuos orgánicos en la ciudad de Lima. Lima.
6. Ministerio del Ambiente MINAM, 2011: Plan Nacional de Acción Ambiental 2011 – 2021 (PLANAA). Disponible en: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf
7. Ministerio del Ambiente MINAM, 2017: Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos (PIGARS). Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/tematica/planes-gestion-residuos-solidos-pigars>
8. Ministerio del Ambiente (MINAM), 2016: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-legislativo-que-aprueba-ley-gestion-integral-residuos-solidos>



**ME 4: PRODUCCIÓN DE
COMPOST A PARTIR DE
LADOS PROVENIENTES DE
PLANTAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DOMÉSTICAS**

1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO



Gráfico 4.1 Diagrama de flujo: Producción de compost a partir de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas

Como resultado del tratamiento de las aguas residuales se generan subproductos tales como lodos. Se estima que en Lima se generan alrededor de 32,000 ton/año de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Los operadores de las plantas están en la obligación de disponer sus lodos en rellenos sanitarios, lo cual implica un costo anual de aproximadamente S/. 5 millones. Si estos lodos no son dispuestos sanitariamente pueden generar riesgos de salud pública, ya que tienen una considerable carga de microorganismos patógenos. Por otra parte, estos lodos también contienen una gran cantidad de nutrientes y materia orgánica. El crecimiento de Lima indica que para el año 2035 las áreas verdes llegarán aproximadamente a 13,800 hectáreas, cuyos suelos necesitarán ser nutridos, recuperados y/o mejorados. Debido a esto se estima un requerimiento de 5 a 8 toneladas de compost por hectárea/año, lo que indica una demanda potencial de hasta 36,000 toneladas de compost al año.

El modelo de emprendimiento de Producción de compost a partir de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas propone la transformación de los lodos de PTAR en compost orgánico mediante un proceso compostaje especializado que permita eliminar los patógenos y reaprovechar los nutrientes. Este compost representaría un producto

con valor comercial generando ingresos por su venta y por el servicio de aplicación. El cliente principal para este producto son los operadores de áreas verdes públicas (municipalidades). Se estima que con un insumo de 21 ton/día de lodos²⁸ se podrían producir 10 ton/día²⁹ de compost que generarían ingresos de hasta S/. 1 080 000 por año (USD \$332 700/año) una fuente potencial de ingresos adicionales que no ha sido considerado en este cálculo es el cobro del servicio de recolección de los lodos en las PTAR. También existen potenciales clientes en otros ámbitos, como por ejemplo las empresas mineras que deben tomar acción de control de riesgo sobre cerca de 8,000 ha que ocupan sus pasivos ambientales. En este sentido, estas se podrían interesar en el compost de lodos como mejorador de suelos, para la revegetación y remediación de pasivos ambientales.

El modelo no sólo representa una oportunidad de emprendimiento interesante sino que también ofrece potenciales beneficios sociales y ambientales como el aumento de áreas verdes para la recreación y el disfrute; el embellecimiento de la ciudad; la revalorización de los predios cercanos a las áreas verdes; la valorización de la ciudad, así como la imagen de la gestión municipal; y el incremento de la vida útil a los rellenos sanitarios.

28. 7,665 ton/año, es decir un 25% de la oferta potencial total de 32,000 ton/año
29. 3,650 ton/año, es decir un 10% de la demanda potencial total de 36,000 ton/año

2. DISPONIBILIDAD DEL RESIDUO

El tipo de residuo requerido son los lodos estabilizados de las PTAR domésticas. Estos se generan como subproducto del tratamiento de las aguas residuales, que se realiza cotidianamente en 43 PTAR, de las cuales 21 son operadas por SEDAPAL; 14 por empresas municipales y 8 por otros (cementerios, campos de golf, colegios, fábricas, Clubes de recreación, etc). Los lodos son distintos según el proceso de tratamiento del que provengan, de esta forma se tienen: (i) lodos primarios, provenientes de procesos de tratamiento de agua primario que incorporan la digestión de lodos (p.ej. tanques imhoff, UASB y lagunas anaerobias primarias) y con gran cantidad de materia orgánica y sequedad (entre 3% y 7% en peso); (ii) lodos secundarios, provenientes de procesos de tratamiento de agua secundario que incorporan la digestión de lodos (p.ej. lagunas facultativas, lodos activados de aireación extendida, lagunas aireadas, lagunas anaerobias secundarias) y que es más estable (materia seca al 1 o 2%); (iii) lodos digeridos, provenientes de procesos específicos de tratamiento de lodos (p.ej. digestores de PTAR de lodos activados convencionales) y con contenido de materia orgánica de 45-60%.

Desde el punto de vista del modelo de emprendimiento, lo recomendable será capturar los lodos digeridos y secos³⁰ de las PTAR que tengan una frecuente producción de lodos, a fin de contar con un tamaño óptimo de procesamiento, y evitar tener inmovilizados grandes stocks de producto y capital de trabajo, lo que podría hacer inviable el modelo de emprendimiento en etapas iniciales. En tal sentido, los tipos de PTAR óptimos para el modelo quedarían reducidos a los siguientes: (i) tanques imhoff y UASB, (ii) lodos activados de aireación extendida y lagunas aireadas, y (iii) digestores de PTAR de lodos activados convencionales. El caudal promedio de aguas residuales tratadas de estas PTAR es de 246.838 m³/día de agua residual, que produciría un volumen de lodos digeridos de 89 ton/día, siendo aproximadamente 32 000 ton/año³¹. Esto representa un costo anual de S/ 4.8 millones de soles (USD 1 479 000 /año) en disposición final en relleno sanitario a S/ 150/ton (USD 46/ton). Por tal razón resulta beneficioso evitar la disposición final de los lodos tratados.

3. CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO

Actualmente las municipalidades elaboran o adquieren compost y humus para mejorar las tierras de sus áreas verdes. Se estima que en todo Lima Metropolitana hay alrededor de 3500 ha de áreas verdes públicas³². Muchas de estas se encuentran en mal estado y necesitan que sus suelos sean nutridos, recuperados, mejorados. Considerando que las áreas verdes cuentan con grass, plantas y árboles ornamentales, se estima un requerimiento de 5 a 8 toneladas de compost por hectárea/año, lo que indica una demanda máxima de 22 000 a 36 000 toneladas de compost al año. Con este modelo de emprendimiento se apunta a atender a la cuarta parte del mercado, es decir ofertar entre 5 500 a 9 000 ton/año de compost.

En el mercado actual, el precio por tonelada de compost es de S/. 200, y si se utiliza para el mantenimiento,

recuperación y ampliación de parques. Para el modelo se plantea un precio de S/ 400 por tonelada, que incluye el compost, y su aplicación (no se consideran los costos de grass, plantas y árboles). De esta forma existiría un mercado potencial de S/. 14 400 000 por año (USD 4.3 millones/año). Este mercado no cuenta con competidores directos, sin embargo, existe una competencia indirecta considerable como los productores de compost de Lima (comercializado en viveros, plantas de producción, supermercados, etc.).

En adición a la aceptación social del producto, una barrera al mercado importante consiste en que las autoridades competentes (p.ej. MVCS, MINAM, MINSA) exigen documentos de respaldo tales como el "registro sanitario" que aún no existen para el caso de lodos provenientes de PTAR³³. Debido a esta situación es que

30. Deberá tener algún sistema de secado, no se considera el secado de lagunas de sedimentación.

31. El factor de conversión de aguas residuales a lodos al 24% de sequedad (de m³ a kg) es de 0.36.

32. Parques locales: 1,800 Has; Bermas 780 Has; Parques zonales 350 Has; Otros: 530 Has.

se ve una posibilidad de aplicar el producto en áreas que necesiten remediación ambiental (como son los pasivos ambientales), áreas de mitigación ambiental, etc. Por ello, en una segunda fase, habiéndose ya consolidado el mercado local, el modelo de emprendimiento debe ampliar su público objetivo hacia las empresas mineras que son evaluadas y fiscalizadas por la OEFA para que tomen acción de control de riesgo sobre sus cerca de 8 000 ha de pasivos ambientales. Consideramos que las empresas mineras pagarían por el servicio de revegetación con este compost para remediar sus pasivos ambientales. Esto podría

darse a través de una metodología llamada Tecnosol, que consiste en suelos “formulados” para el sellado de escombreras, impermeabilización de escombreras, neutralización de aguas ácidas, esterilización, mejora productiva, disminución de la demanda de riego, etc. Asimismo se puede considerar que el Estado, asumiría la responsabilidad de remediar los pasivos ambientales cuyo generador no ha sido identificado plenamente. Se estima una dosis única de 200 ton/ha de compost.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO

La recolección de los lodos de las PTAR se hace a través de camiones de una EPS-RS que trasladan el material a la una planta de compostaje, donde se procesa para su conversión en compost, se empaqa y comercializa. Para garantizar la calidad del producto es necesario contar con procedimientos de control de calidad tanto al recolectar el insumo cómo al vender el producto final, para esto se deberá trabajar con laboratorios. La comercialización del compost por diversas instituciones, entre ellas las municipalidades, se hace a través de una venta directa o indirecta del producto y/o a través de un servicio de aplicación.

La planta de compostaje debe ubicarse lo más cerca posible de la PTAR que presenta mayor oferta de lodos.³⁴ En la planta se colocan las rumas de lodos estabilizados (secos y húmedos) y se mezclan con fuentes de carbono (aserrín, paja, restos de plantas, grass, residuos vegetales de mercados, etc.). El método de compostaje que se propone para este modelo es el método “Bocashi”, este método consiste en la formación de pilas, las cuales necesitan de un volteo diario para oxigenarlas, además se añaden insumos complementarios como levadura y melaza para incrementar la cantidad de microorganismos y así acelerar el proceso. Para controlar la acidez (control de ph) se aplicará cal. De esta forma el producto se obtiene a las 6 semanas.

Tabla 4.1. Requerimientos del proceso

REQUERIMIENTO	ESCENARIO A	
	Compostaje en rumas	
	CONVENCIONAL	BOCASHI
Análisis de lodos	Medio	Medio
Terreno	Alto	Alto
Operarios capacitados	Bajo	Medio
Otros insumos	Bajo	Medio
Agua	Bajo	Medio
Energía eléctrica	Bajo	Medio
Inversión (infraestructura y equipamiento)	Bajo	Bajo
O &M	Bajo	Alto
Tiempo de Elaboración	3 a 4 meses	6 semanas

33. Véase la sección «Actores relevantes y marco legal/institucional».

34. Por ejemplo, la PTAR Puente Piedra (San Martín de Porres) o la PTAR San Bartolo (Lurín) que producen 22% y 31% respectivamente del total de lodos estabilizados, digeridos y secos.

5. VIABILIDAD FINANCIERA³⁵

Estructura de Ingresos: El ingreso principal proviene de la venta de compost y del servicio de aplicación de compost. Se considera un precio de S/. 200 por tonelada de compost, y de S/. 400 por tonelada de compost incluyendo su aplicación en el terreno (sin incluir la cobertura vegetal).

Estructura de costos: Los costos más relevantes son: (i) análisis de laboratorio de lodos que confirmen seguridad en su uso; (ii) traslado de lodos a planta de compostaje; (iii) mano de obra para la elaboración de compost con el método “bocashi”; y (iv) transporte y aplicación del compost en áreas verdes y pasivos ambientales. La viabilidad financiera se estima para una planta de capacidad de 8 a 10 ton/día.

Tabla 4.2 Viabilidad financiera del modelo

VIABILIDAD FINANCIERA	
Variables	Producción de Compost (5 años)
Inversión Inicial	173,000 USD
Costos O&M (Valor Actual)	812,460 USD
Ingresos (Valor Actual)	880,000 USD
Valor Actual Neto (VAN)	170,384 USD
Tasa Interna de Ganancia (TIR)	42%
Punto de Equilibrio	159 ton/mes

6. ACTORES RELEVANTES Y MARCO LEGAL / INSTITUCIONAL

En general, vemos que para el presente modelo, los socios claves son: (i) SEDAPAL, siendo el encargado de disponer estos lodos en relleno sanitario a un costo altísimo; (ii) las municipalidades, que deben recuperar, mantener y ampliar las áreas verdes bajo su competencia, para beneficio de la ciudad; (iii) la ciudadanía, que por el goce de las áreas verdes debe pagar sus tributos a las municipalidades y (iv) MVCS, encargado de normar y regular la gestión de los lodos a nivel nacional. Cabe mencionar que este modelo de emprendimiento cuenta con un reto debido a la aceptación de clientes, usuarios y público en general, debido a la procedencia y características de los lodos. Es por eso que otro actor clave son los laboratorios, encargados de certificar las óptimas condiciones del compost.

35. Los datos en esta sección corresponden a un caso ejemplo. Estos datos pueden variar según la situación particular de cada emprendimiento y las proyecciones que se tengan para realizar los cálculos.

A.

RECOLECCIÓN DE RESIDUOS

Actores relevantes: Si bien SEDAPAL es propietaria de todas las infraestructuras conectadas a sus redes (entre estas las que se conectan con las PTAR), existen Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPS-RS) que brindarían el servicio de recolección, transporte y tratamiento de lodos, lo que convendría a SEDAPAL.

Marco legal/institucional: La modificatoria del Reglamento de la Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento (D.S. 013-2016-VIVIENDA, 24 de julio de 2016) permite a SEDAPAL y todas las EPS del país comercializar tanto las aguas residuales crudas, tratadas y los lodos de las PTAR con fines de reúso. Tal condición representa un antecedente importante que otorga viabilidad técnico-normativa al modelo de emprendimiento. A esto se suma la Quinta Disposición de la nueva Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.L.N° 1278, 23 de diciembre de 2016), la cual califica a los lodos de las PTAR como residuos no peligrosos, a menos que el MVCS opine lo contrario en base a estudios. Este nuevo escenario requerirá un cambio importante en la forma de trabajo ya que la comercialización de las aguas residuales y lodos tratados implica garantizar la calidad sanitaria del producto que se comercializa, lo que obliga un tratamiento complementario para cumplir las normas internacionales (p.ej. EPA), en ausencia de normas nacionales.

B.

GESTIÓN / TRATAMIENTO DE LOS LODOS

Actores relevantes: SEDAPAL podría procesar los lodos estabilizados y transformarlos en compost, aunque pareciera que no es una actividad de su interés, por ello los actores relevantes son la municipalidad en su competencia de atender sus áreas verdes para recreación de sus vecinos que tributan por ello, y las EPS-RS, que trataría los lodos estabilizados en su Planta de Compostaje, para convenir con la municipalidad el servicio de atención de estas áreas verdes, inclusive para encargarse de su mantenimiento

Marco legal/institucional: De acuerdo a la Ley Orgánica de Municipalidades, es competencia de los Gobiernos Locales el manejo adecuado de las áreas verdes de su localidad, servicio por el cual sus contribuyentes pagan los arbitrios respectivos, y para su cálculo se considera la distancia del predio a los parques que lo circundan, a mayor cercanía mayor arbitrio, por tanto de recuperar más parques habrá un mayor ingreso municipal.

C.

REUTILIZACIÓN DE LOS LODOS

Actores relevantes: La aplicación del compost es una tarea de la municipalidad, que podría hacerla de manera directa o por un servicio de terceros (EPS-RS) que podría incluir además de la venta de compost, también su aplicación como parte del servicio de mantenimiento de áreas verdes (p.ej. parques locales, bermas, parques zonales, parques metropolitanos). Otros usuarios que a similitud de las municipalidades podrían aplicar directamente el compost y/o hacer el mantenimiento de sus áreas verdes por terceros (EPS-RS), son los cementerios, instituciones educativas, campos deportivos, campos recreativos, etc. Asimismo, las compañías mineras, que producto de su actividad han generado pasivos ambientales a los que deben mitigar los riesgos potenciales de contaminación, a través de la

tecnología Tecnosol, antes mencionada. Desde el 2010, SEDAPAL utiliza los lodos generados en tres PTAR con procesos de digestión de lodos (San Juan, San Antonio de Carapongo y José Gálvez). Un 2% del total de estos lodos sirven como insumo en compostaje para mejorar los suelos, solo dentro del perímetro de las mismas PTAR (para una zona forestal, cortina de vientos y/o zona paisajista).

Marco legal/institucional: Las Municipalidades tienen la competencia de contar con áreas verdes para beneficio de la ciudad, y por ello cobran a sus ciudadanos-contribuyentes por el usufructo de estas áreas verdes. No existe un marco regulatorio para el uso de compost elaborado con lodos fecales estabilizados en áreas verdes de uso público, pero la modificatoria del Reglamento de la Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento (D.S. 013-2016-VIVIENDA) es un gran respaldo ya que permite a SEDAPAL y todas las EPS del país comercializar tanto las aguas residuales crudas, tratadas y los lodos de las PTAR con fines de reúso. El compost producido con lodos provenientes de PTAR doméstica y municipal, tiene un fuerte obstáculo en la aceptación de clientes, usuarios y público en general, debido a que por su procedencia, muchas veces se considera que a pesar de todos los controles, procesamientos y análisis por los que pasa el lodo, este no es seguro. Además se le exigen documentos de respaldo que no existen en el mercado, como es “registro sanitario”, “certificado para su uso sin riesgo”, que deben ser emitidos por alguna autoridad competente, entre las que podría considerarse a DIGESA, SENASA, MVCS o MINAM.

7. CONSIDERACIONES DE SALUD PÚBLICA

El principal riesgo a la salud por el uso de lodos provenientes de PTAR domésticas son los patógenos (bacterias, virus, parásitos y otros) causantes de enfermedades entéricas. Por ello, para el modelo de emprendimiento se debe tomar medidas para asegurar, luego de su respectivo análisis, que estos lodos están estabilizados y aptos para compostar. De no cumplir estas condiciones sanitarias, se recomienda no utilizar esos lodos, caso contrario los trabajadores que operan las plantas de compostaje estarían expuestos a riesgos de salud, lo mismo que los operarios que aplicarían el compost a los suelos de las áreas verdes, y los pobladores que usan estas áreas verdes, especialmente los niños y ancianos.

La Organización Mundial de La Salud ha desarrollado los Planes de Seguridad en Saneamiento (PSS) para asegurar prevención y control de los riesgos presentes

en este tipo de actividades. Estos planes incluyen metodologías para la identificación y evaluación de riesgos, así como para el control efectivo y continuo de los procesos de tratamiento, y su monitoreo por parte del operador de la planta.

Los riesgos a la salud se reducen o eliminan tomando medidas en las diferentes etapas del proceso: (i) análisis los lodos estabilizados, en laboratorio; (ii) uso de equipos de protección personal; (iii) control de temperatura, humedad y pH; (iv) condiciones sanitarias en la planta de compostaje (buena ventilación, señalización y cerco vivo); (v) programas productivos (capacitaciones, prevención, cuidados y primeros auxilios); y (vi) monitoreo de los suelos donde se ha aplicado el compost. La siguiente tabla presenta un esquema de la gestión de estos riesgos al recolectar, acopiar y/o compostar los lodos estabilizados.

4.3 Mitigación de riesgos de salud pública

PELIGROS	EVENTO DE RIEGO	GRUPOS EXPUESTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Químicos	Ingestión y/o inhalación de contaminantes	Personal de las PTAR y de la planta de compostaje	Uso de equipo de protección personal (mascarilla, lentes, guantes, botas, etc.)
	Derrame de sustancias contaminantes	Personal de aplicación del compost	Capacitación y campañas de sensibilización
Físicos	Inhalación de gases	Personal de las PTAR y de la planta de compostaje	Uso de equipo de protección personal (mascarilla, lentes, guantes, botas, etc.)
	Cortes o lesiones con elementos punzocortantes	Personal de aplicación del compost	Capacitación y campañas de sensibilización
	Otros accidentes ocupacionales		Infraestructura adecuada
Biológicos	Ingesta o contacto con patógenos (p.ej. bacterias, virus, parásitos)	Personal de las PTAR y de la planta de compostaje	Pre tratamiento de los lodos. Análisis de las condiciones de los lodos
	Presencia de vectores	Personal de aplicación del compost	Uso de equipo de protección personal (mascarilla, lentes, guantes, botas, etc.)

8. IMPACTO SOCIO-ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

Impacto socio-económico: Contar con más áreas verdes para la recreación, el disfrute de los vecinos, y el embellecimiento de la ciudad. Esto influye mucho en el estado de ánimo de las personas, ya que ayuda a la pronta recuperación de los enfermos; promueve las relaciones humanas; aumenta la recreación y las ganas de realizar deporte; revaloriza los predios cercanos a las áreas verdes; y mejora la imagen de la gestión de las municipalidades. De esta forma podremos acercarnos al indicador dado por la OMS, de que se debe contar con 9 m²/hab de áreas verde.

Adicionalmente el modelo de emprendimiento genera puestos de trabajo.

Impacto ambiental: Las áreas verdes contribuyen a regular la temperatura y la humedad relativa del clima de la ciudad. Además los árboles generan oxígeno, captan partículas contaminantes y amortiguan los ruidos y disminuye los riesgos causados por los pasivos ambientales mineros. Por otra parte, los lodos tratados no terminarían en los rellenos sanitarios, mejorando la sostenibilidad del manejo de residuos en Lima en general.

9. CANVAS DEL MODELO DE EMPRENDIMIENTO

La herramienta CANVAS se utiliza para esquematizar un proyecto, de forma que se identifiquen sus elementos principales en cada aspecto. A través de esta herramienta se presenta el modelo de emprendimiento, permitiendo tener una visión integral del mismo y ayudando a mejorarlo y complementarlo.

Tabla 9.1. CANVAS del ME 4 de Producción de compost a partir de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas

Socios Clave	Actividades Claves	Propuestas de Valor	Relaciones con clientes	Segmentos de Cliente
<ul style="list-style-type: none"> • Proveedores residuos verdes • Laboratorios • Prestadoras de servicio de mantenimiento de áreas verdes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de calidad • Recolección • Compostaje • Venta • (Aplicación) 	<ul style="list-style-type: none"> • Compost orgánico • Mejora de suelos • Mantenimiento de áreas verdes • Recolección de lodos • Disminución de costos en disposición 	<ul style="list-style-type: none"> • Personalizada dedicada 	<ul style="list-style-type: none"> • Administradores de áreas verdes • Administradores privados • Operadores de PTAR
	Recursos Clave		Canales	
	<ul style="list-style-type: none"> • Lodos, residuos verdes • Terreno • Mano de obra • Conocimiento en compostaje, PSS 		<ul style="list-style-type: none"> • Directo e indirecto: Camiones, venta en sitio • Directo 	
Estructura de Costos		Fuente de Ingresos		
<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición del local: Equipos • Control de Calidad • Suelos Compostaje: costos de aplicación 		<ul style="list-style-type: none"> • Venta de compost • Servicio de aplicación • Servicio de recolección 		
Costos Socioeconómicos y Ambientales		Beneficios socioeconómicos y ambientales		
<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos a la salud pública • Aceptación pública 		<ul style="list-style-type: none"> • + áreas verdes, +valor de terrenos, +empleo, +capacidad en rellenos sanitarios 		

10. ANÁLISIS FODA

Esta herramienta permite esquematizar la situación del proyecto y reconocer las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para identificar puntos críticos y estimar el potencial del emprendimiento. En la Tabla 4.5 se presenta el análisis FODA del modelo de emprendimiento.

Tabla 4.5 Análisis FODA del ME 4

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oferta de compost orgánico es más económica que compost a partir de fuentes tradicionales ▪ Solución simultánea de dos problemas ambientales: falta de capacidad en rellenos sanitarios, falta de áreas verdes en la ciudad ▪ Ahorro de costos de disposición de los lodos, para los operadores de PTAR y/o municipalidades 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Potencial expansión del servicio a compañías mineras (8 000 ha adicionales) ▪ Fuente de ingreso adicional proveniente del servicio de recolección
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de estándares nacionales para la producción de compost a partir de lodos ▪ Existen pocas experiencias y competencias relevantes en Lima 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceptación pública. ▪ Riesgos de salud pública en caso de baja calidad del producto

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio del Ambiente (MINAM), 2016: Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-legislativo-que-aprueba-ley-gestion-integral-residuos-solidos>
2. Congreso de la República, 2016. Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento (D.S.N° 013-2016-VIVIENDA). Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-modernizacion-servicios-saneamiento>
3. Congreso de la República, 2003: Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 27972). Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-organica-municipalidades>
4. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2013. Manual de Compos-taje del Agricultor – Experiencias en América Latina. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
5. Moscoso J. 2011. Estudio de opciones de tratamiento y reúso de aguas residuales en Lima Metropolitana. Proyecto Lima Water. University of Stuttgart. Lima Perú. Disponible en: http://www.lima-water.de/documents/jmoscoso_informe.pdf

ANEXOS

ME 1: RIEGO DE ÁREAS VERDES CON AGUAS RESIDUALES TRATADAS

Anexo 1.1 Listado de experiencias relevantes en Lima

Se han identificado un total de 53 casos en Lima y Callao que utilizan las aguas residuales tratadas para el riego de áreas verdes y que se enumeran en la tabla A1.1.

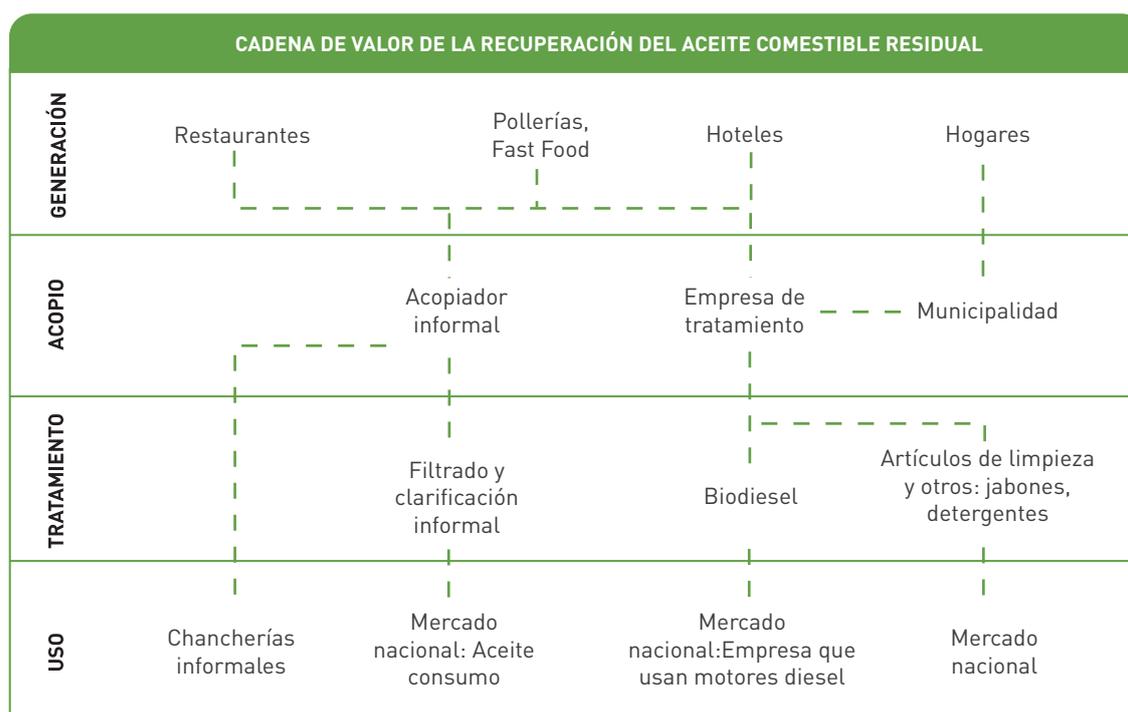
Distrito	Nombre de la PTAR	Sistema de Tratamiento	Capacidad [l/s]	Caudal Tratado reportado [l/s]	Entidad responsable	Riego de áreas verdes [ha]
LIMA NORTE		13				
ANCÓN	Ancón	1 lag. primaria y 1 secundaria	20.00	41.00	SEDAPAL	1.00
	Piedras Gorgas	2 lag. primaria y 2 secundaria	30.00	18.00	SEDAPAL (Min.Defensa)	2.30
	Penal	2 lag. anaeróbicas y 2 facultativas	5.00	5.00	IMPE	0.20
	Jerusalén	9 lag. primarias y 9 secundarias	70.00	15.00	SERPAR	6.00
SANTA ROSA	Santa Rosa	Filtros percoladores	18.00	4.00	SEDAPAL	12.00
	Parque Santa Rosa	Humedales artificiales	2.00	2.00	SERPAR	4.00
CARABAYLLO	Av. Universitaria	Lodos activados	4.00	3.00	EMAPE	5.70
	Parque Manco Cápac	Lagunas aireadas	3.00	3.00	SERPAR	6.00
COMAS	Sinchi Roca	Lagunas aireadas	25.00	25.00	SERPAR	54.00
	Collique	Lodos activados	5.00	5.00	Mun. Comas	10.00
LOS OLIVOS	Parque YoqueYupanqui	Lagunas aireadas	4.00	4.00	SERPAR	9.00
	Izaguirre	Lodos activados	8.60	8.60	EMAPE	16.00
SAN MARTÍN DE PORRES	Trebol Habich	Lodos activados	1.70	1.70	EMAPE	4.00
LIMA ESTE		9	498.40	213.00		286.00
S.J.LURIGANCHO	Parque Wiracocha	Lodos activados	4.00	4.00	SERPAR	9.00
ATE-VITARTE	Santa Clara	Lodos activados	437.00	163.00	SEDAPAL	193.00
EL AGUSTINO	Nueva Sede-Artajea	Lodos activados	1.00	0.50	SEDAPAL	1.20
	Parque Cahuide	Lodos activados MBR	9.00	9.00	SERPAR	18.00
LA MOLINA	Jardines de la Paz	Lodos activados	6.00	5.30	Jardines de la Paz	12.00
	La Planicie	3 lag. aireadas y 2 facultativas	15.00	15.00	Club Golf La Planicie	28.00
	Los Incas	Lagunas aireadas	15.00	15.00	Club Golf Los Incas	22.00
	MUSA	Lodos activados	1.80	0.60	Mun. La Molina	1.60
	Villa Caritas	Lodos activados	0.60	0.60		1.20
LIMA CENTRO		11	81.30	56.80		149.40
RÍMAC	UNITRAR	RAFA, 1 lag. facul. y 1 pulimento	10.00	7.50	Universidad Ingeniería	24.00
LA VICTORIA	Vía Expresa Grau	Lodos activados	2.30	2.30	EMAPE	5.00
	Parque Zonal El Migrante	Lodo activ. +filtración +cloración	1.00	1.00	SERPAR	
SAN MIGUEL	Parque Precursores	MBBR y ultrafiltración	2.90		CTG Capital SAC	5.00
	Parque Juan Pablo II	MBBR y ultrafiltración	9.30		CTG Capital SAC	16.00
SAN BORJA	Parque de la Felicidad	Filtros percoladores y humedal	2.00	2.00	Mun. San Borja	4.00
SANTIAGO DE SURCO	Intihuatana	Lodos activados	20.00	17.50	Mun. Surco	38.00
	La Inmaculada	4 lagunas facultativas en serie	4.60	4.50	Colegio La Inmaculada	4.00
SAN ISIDRO	Club Golf Lima	5 lagunas aireadas	22.00	15.00	Club Golf Lima	49.00
	Malecón Godofreo García	Lodo activado HBC en tanque PRFV	0.20		Mun. San Isidro	0.40

MIRAFLORES	Parque Maria Reiche	MBBR y ultrafiltración	7.00	7.00	GTC Capital SAC	4.00
LIMA SUR:	14		2,728.10	1,436.80		627.80
VILLAS MARÍA DEL TRIUNFO	Huerto Comunal	Lodos activados	5.00	2.00	Mun. VMT	
	Atocongo	Humedales Artificiales	8.00	8.00	Union Andina de Cementos	16.00
VILLA EL SALVADOR	Huáscar	1 lag. ana,4 airea,2 sedim y 2 pulim	170.00	98.00	SEDAPAL	18.60
	Parque 26	4 lagunas de pulimento				21.30
	Alameda Solidaridad	Lodos activados	6.00	6.00	Mun.VES	6.00
	Alameda de la Juventud	Lodos activados	5.00	5.00	Mun.VES	5.00
SAN JUAN DE MIRAFLORES	San Juan	20 lag. airea,8 sedim y 15 pulim	800.00	393.00	SEDAPAL	56.00
	Las Torres	Reservorios abastecidos por PTAR San Juan			Mun. SJM	12.00
CHORRILLOS	INS	Lodos activados	6.00	6.00	Instituto Nacional de Salud	6.00
	Camal la Esperanza-Villa	Lodos activados SBR y ultrafiltración	8.10	5.80	Esmeralda Corp	4.00
LURÍN	San Bartolo	25 lag. airea, 8 sedim y 15 pulim.	1,700.00	898.00	SEDAPAL	480.00
SAN BARTOLO	San Bartolo Norte	Lodos activados	1.00	1.00	SEDAPAL	0.40
	San Bartolo Sur	Lodos activados	9.00	9.00	SEDAPAL	1.70
PUCUSANA	Pucusana	2 lag. primarias y 2 secundarias	10.00	5.00	SEDAPAL	0.80
CALLAO:	3		287.00	317.00		169.00
VENTANILLA	Ventanilla	2 lag. ana, 2 aireadas y 4 pulimento	250.00	280.00	SEDAPAL	6.00
CALLAO	Callao 2	Lodos activados SBR- 3 y ultrafiltración	13.90	13.90	CTG Capital SAC	
CARMEN DE LA LEGUA	Aguas del Callao	Lodos activados SBR- 3 y ultrafiltración	23.10	23.10	CTG Capital SAC	163.00
TOTAL	50		3,728.10	2,158.90		1,362.40

Fuentes: Manual de buenas prácticas para el uso seguro de las aguas residuales domésticas (ANA, 2016) y elaboración propia.

ME 2: PRODUCCIÓN DE BIODIESEL A PARTIR DE ACEITES COMESTIBLES RESIDUALES (ACR)

Anexo 2.1 Esquema del proceso de la gestión de ACR.



ME 3: PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE RESIDUOS VEGETALES DE MERCADOS

Anexo 3.1 Experiencias Relevantes en Lima

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN	PROCESO	PROVEEDOR/ORIGEN DEL RESIDUO	CLIENTE	TAMAÑO	ESTADO
IPES	Residuos orgánicos vegetales	Los residuos son generados en por un Mercado de Flores	Comercialización del compost, y uso propio de los comerciantes	21 Ton de compost cada 6 semanas	Proyecto Piloto Implementado
Municipalidad de Villa el Salvador	Residuos orgánicos municipales	Los residuos son generados en el distrito por: - Hogares y comercio, mediante el Programa de Segregación y recolección selectiva de la municipalidad	Uso para mejorar las áreas verdes del distrito		Proyecto Piloto 2015 – 2016, financiado por el Fondo Catalán de Cooperación para el Desarrollo
San Fernando - Mallki	Guano de aves, restos vegetales y arcilla agrícola	Los residuos son generados por San Fernando a partir de: - Actividades de crianza para la producción de pollo	-Mercado agroexportador -Empresas agroindustriales y agricultores particulares -Mercado urbano (jardinería)	7400 Ton vendidas en 2014	Proyecto Rentable con una inversión inicial de: USD 1.5 millones Planta de producción de abono orgánico en Huaral
Universidad Agraria La Molina (UNALM)	Residuos vegetales, maleza y estiércol	Los residuos son generados por la UNALM a partir de: -Poda de cultivos y áreas verdes -Residuos orgánicos de alimentos -Estiércol del ganado	-Mercado urbano (jardinería) -Agricultura -Uso interno para los cultivos y áreas verdes de la universidad	819 Ton/año	Proyecto en curso, cubriendo gastos y generando ganancias.

Anexo 3.2 Modelo Financiero

VENTA / INGRESOS		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COMPOST	Tonelada	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
	Precio (S/. x Ton)	900.00	900.00	900.00	900.00	900.00
	Ingresos (S/.)	126,000.00	126,000.00	126,000.00	126,000.00	126,000.00

COMPRAS MATERIA PRIMA E INSUMOS		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CAL	Kilos	864.00	1,296.00	1,296.00	1,296.00	1,296.00
	Precio	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
	Costo	432.00	648.00	648.00	648.00	648.00
LEVADURA	Kilos	172.80	259.20	259.20	259.20	259.20
	Precio	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	Costo	1,728.00	2,592.00	2,592.00	2,592.00	2,592.00
MELAZA	Kilos	1,382.40	2,073.60	2,073.60	2,073.60	2,073.60
	Precio	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Costo	1,382.40	2,073.60	2,073.60	2,073.60	2,073.60
RESIDUOS VERDES PICADOS	Kilos	211,200.00	316,800.00	316,800.00	316,800.00	316,800.00
	Precio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Costo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESTIÉRCOL VACUNO	Kilos	69,120.00	103,680.00	103,680.00	103,680.00	103,680.00
	Precio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Costo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AGUA	Kilos	96.00	144.00	144.00	144.00	144.00
	Precio	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
	Costo	1,920.00	2,880.00	2,880.00	2,880.00	2,880.00
TOTAL COSTOS		5,462.40	8,193.60	8,193.60	8,193.60	8,193.60

PERSONAL	DATOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Salario Promedio mensual	850.00	35,700.00	37,874.13	39,010.35	40,180.66	41,386.08
Incremento salario anual	3.00%					
N° de empleados año 1	2					
N° de empleados año 2	3					
N° de empleados año 3	3					
N° de empleados año 4	3					
N° de empleados año 5	3					
% Costos Seguridad Social	9.00%	3,213.00	3,408.67	3,510.93	3,616.26	3,724.75
Total gastos de personal		38,913.00	41,282.80	42,521.29	43,796.92	45,110.83

ALQUILER	COSTO MENSUAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Alquiler mensual de transporte	2,000.00	24,000.00	24,000.00	24,000.00	24,000.00	24,000.00
Subida anual prevista en %	2.00%					

PERSONAL	COSTO MENSUAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Electricidad	100.00	1,200.00	1,212.00	1,224.12	1,236.36	1,248.72
Teléfono	40.00	480.00	484.80	489.65	494.54	499.49
Material de Oficina	25.00	300.00	303.00	306.03	309.09	312.18
Limpieza	25.00	300.00	303.00	306.03	309.09	312.18
Seguros	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gastos Administrativos	200.00	2,400.00	2,424.00	2,448.24	2,472.72	2,497.45
Gastos de Ventas	200.00	1,200.00	1,212.00	1,224.12	1,236.36	1,248.72
Gastos de laboratorio	100.00	600.00	606.00	612.06	618.18	624.36

TOTAL OTROS GASTOS	6,480.00	6,544.80	6,610.25	6,676.35	6,743.11
--------------------	----------	----------	----------	----------	----------

TOTAL GASTOS	74,855.40	80,021.20	81,325.13	82,666.87	84,047.55
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
GASTOS	60,000.00	74,855.40	80,021.20	81,325.13	82,666.87	84,047.55
INGRESOS	0	126,000.00	126,000.00	126,000.00	126,000.00	126,000.00
DIFERENCIA	-60,000.00	51,144.60	45,978.80	44,674.87	43,333.13	41,952.45

VAN	S/.94,162.02
TIR	74.6%

Los datos presentados en esta sección corresponden a un caso ejemplo, para demostrando la viabilidad financiera del modelo. Estos datos pueden variar según la situación particular de cada emprendimiento y las proyecciones que se tengan para realizar los cálculos."

ME 4: PRODUCCIÓN DE COMPOST A PARTIR DE LODOS PROVENIENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS.

Anexo4.1 PTAR en Lima Metropolitana que pueden usarse en el Modelo de Emprendimiento

N°	PTAR	UBICACIÓN (Distrito)	Procesos de Tratamiento	Nivel de Tratamiento	Caudal DISEÑO (L/S)	Caudal ACTUAL (L/S) ***
1	Puente Piedra	SMP	Lodos Activados	Secundario	422.00	625.03
2	Santa Clara	Ate Vitarte	Lodos Activados, Filtración y desinfección	Terciario	437.00	162.35
3	Carapongo	Ate Vitarte	Laguna anaerobia, lagunas aireadas y sedimentación	Secundario	500.00	360.89
4	San Antonio Carapongo	Lurigancho	Lodos Activados	Secundario	134.00	93.13
5	Cieneguilla	Cieneguilla	Lodos Activados	Secundario	117.00	81.33
6	Nueva Sede Atarjea	El Agustino	Lodos Activados	Secundario	1.00	1.00
7	San Juan	San Juan de Miraflores	Lagunas aireadas, sedimentación y lagunas de pulimento, emisor submarino	Secundario	800.00	388.08
8	Huáscar-Parque 26	Villa El Salvador	Laguna anaerobia, lagunas aireadas, sedimentación y lagunas pulimento	Secundario	100.00	87.42
9	José Gálvez	Villa María del Triunfo	Reactores Anaerobios, lagunas aireadas y sedimentación	Secundario	64.00	105.37
10	Manchay	Pachacamac	Lodos Activados, Filtración y desinfección	Terciario	60.00	32.38
11	Punto A-San Bartolo	Lurín	Lagunas aireadas, sedimentación y lagunas de pulimento	Secundario	1 700.00	890.54
12	Julio C. Tello	Lurín	Laguna anaerobia, laguna aireada y sedimentación	Secundario	25.00	20.24
13	Balneario San Bartolo Sur	San Bartolo	Lodos Activados	Secundario	24.00	8.64
14	Balneario San Bartolo Norte	San Bartolo	Lodos Activados	Secundario	13.00	0.52
TOTAL (l/s)					4 397.00	2 856.92
TOTAL (m³/s)					4.4	2.9
TOTAL (m³/día)					379 900	246 800
TOTAL DE LODOS AL 24% DE SEQUEDAD (kg/día)					136 000	88 900
TOTAL DE LODOS AL 24% DE SEQUEDAD (Ton/año)					49 600	32 200

Factor de conversión de aguas residuales a lodos al 24% de sequedad (de m3 a kg) <> 36%

Anexo 4.2 Modelo Financiero

INVERSIONES	INICIO ACTIVIDAD	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	VIDA ÚTIL
ACTIVO NO CORRIENTE							
Montacarga	30,000.00						4
Mini cargador	30,000.00						4
Picadora	10,000.00						2
Carretillas, lampas, trinchas, stocas	9,000.00						2
Mobiliario (oficina y servicios)	6,000.00						4
PC (2), impresora, comunicación	6,000.00						3
Cámaras de vigilancia	2,000.00						3
Infraestructura de Planta	50,000.00						4
TOTAL NO CORRIENTE							
	143,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ACTIVO NO CORRIENTE							
Existencias iniciales	10,000.00						
Tesorería (Caja Bancos)	20,000.00						
TOTAL CORRIENTE (B)							
	30,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TOTAL INVERSIÓN (A + B)							
	173,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

FINANCIACIÓN	INICIO ACTIVIDAD
RECURSOS PROPIOS	70,000.00
PRÉSTAMOS	103,000.00
TOTAL FINANCIACIÓN	
	173,000.00

CONDICIONES	
Tipo de interés Anual	6%
Años	4

VENTA / INGRESOS		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
COMPOST	Tonelada	2,200.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00	2,400.00
	Precio (S/. x Ton)	200.00	200.00	250.00	250.00	250.00
	Ingresos (S/.)	440,000.00	480,000.00	600,000.00	600,000.00	600,000.00
SERVICIO DE PARQUES	Tonelada aplicada	1,100.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00
	Precio (S/ x Ton)	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00
	Ingresos (S/.)	440,000.00	480,000.00	480,000.00	480,000.00	480,000.00
TOTAL DE INGRESOS		880,000.00	960,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00

Período medio de cobro (días)	30				
Crédito a clientes	72,328.77	78,904.11	88,767.12	88,767.12	88,767.12

COMPRAS MATERIA PRIMA E INSUMOS		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CAL	Ton	40.00	444.00	44.00	44.00	44.00
	Precio	250.00	250.00	250.00	250.00	280.00
	Costo	10,000.00	11,000.00	11,000.00	11,000.00	12,320.00
LEVADURA	Ton	8.00	11.00	11.00	11.00	11.00
	Precio	700.00	700.00	700.00	700.00	700.00
	Costo	5,600.00	7,700.00	7,700.00	7,700.00	7,700.00
MELAZA	Ton	65.00	70.00	70.00	70.00	70.00
	Precio	300.00	320.00	320.00	320.00	350.00
	Costo	19,500.00	22,400.00	22,400.00	22,400.00	24,500.00
LODOS ESTABILIZADOS	Ton	8,190.00	8,940.00	8,940.00	8,940.00	8,940.00
	Precio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Costo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SACOS DE COMPOST (50Kg)	Unidad	66,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00	72,000.00
	Precio	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
	Costo	33,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00	36,000.00
AGUA	M ³	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00	1,080.00
	Precio	4.00	4.50	4.50	4.50	5.00
	Costo	4,320.00	4,860.00	4,860.00	4,860.00	5,400.00
TOTAL DE COSTOS		72,420.00	81,960.00	81,960.00	81,960.00	85,920.00

Crédito de proveedores (días)	0					
Crédito a proveedores	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PERSONAL	DATOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Salario Promedio mensual	2,000.00	336,000.00	386,167.60	397,752.63	409,685.21	421,975.76
Incremento salarial anual	3.00%					
Nº de empleados año 1	12					
Nº de empleados año 2	13					
Nº de empleados año 3	13					
N de empleados año 4	13					
Nº de empleados año 5	13					
% Costos Seguridad Social	9.00%	30,240.00	34,755.08	35,797.74	36,871.67	37,977.82
TOTAL DE PERSONAL		366,240.00	420,922.68	433,550.36	446,556.88	459,953.58

ALQUILER	COSTO MENSUAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Alquiler mensual de transporte y local	12,500.00	150,000.00	150,000.00	150,000.00	150,000.00	150,000.00
Subida anual prevista en %	2.00%					

OTROS GASTOS	COSTO MENSUAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Electricidad	400.00	4,800.00	4,848.00	4,896.48	4,945.44	4,994.90
Teléfono	250.00	3,000.00	3,030.00	3,060.30	3,090.90	3,121.81
Material de Oficina	200.00	2,400.00	2,424.00	2,448.24	2,472.72	2,497.45
Limpieza	200.00	2,400.00	2,424.00	2,448.24	2,472.72	2,497.45
Movilidades	600.00	7,200.00	7,272.00	7,344.72	7,418.17	7,492.35
Contabilidad	2,000.00	24,000.00	24,240.00	24,482.40	24,727.22	24,974.50
Gastos de representación	500.00	6,000.00	6,060.00	6,120.60	6,181.81	6,243.62
Gastos Administrativos	12,000.00	144,000.00	145,440.00	146,894.40	148,363.34	149,846.98
Gastos de Ventas	2,000.00	24,000.00	24,240.00	24,482.40	24,727.22	24,974.50
Gstos de laboratorio	2,500.00	30,000.00	30,300.00	30,603.00	30,909.03	31,218.12
Subida media anual en %	1.00 %					
TOTAL OTROS GASTOS		247,800.00	250,278.00	252,780.78	255,308.59	257,861.67
TOTAL GASTOS		764,040.00	821,200.68	836,331.14	851,865.46	867,815.26

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
GASTOS	836,460.00	903,160.68	918,291.14	933,825.46	953,735.26
INGRESOS	880,000.00	960,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00
DIFERENCIA	43,540.00	56,839.32	161,708.86	146,174.54	126,264.74

NOTA: Los datos presentados en esta sección corresponden a un caso ejemplo, para demostrando la viabilidad financiera del modelo. Estos datos pueden variar según la situación particular de cada emprendimiento y las proyecciones que se tengan para realizar los cálculos.

Desarrollado por el Consorcio RRR:



Para más información sobre el proyecto ingrese a www.rrr.pe