



MAESTRÍAS

Proyecto II



POSGRADOS

Estudio de factibilidad para la implementación de una tecnología de aprovechamiento Energético de residuos orgánicos en la ciudad de Bucaramanga

Eduardo Alberto Pla Cala
Marlhin Amada López Miranda

Asesor: PhD. César Yobany Acevedo Arenas

Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables

Maestría en Administración de Empresas

Bucaramanga

2019

Agenda

- Problema
- Objetivos (general y específicos)
- Justificación
- Estado del Arte
- Marco Teórico
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones
- Referencias Bibliográficas



Problema



9,76 millones ton/año de residuos de comida en Colombia (DNP, DANE, 2016)



Año 2013: 873 ton/año RSU Bucaramanga (Aguilar y Blanco, 2016)

Año 2018: 1000 ton/año RSU Bucaramanga (Aguilar y Blanco, 2016)

700 a 1100 ton/día RSU Bucaramanga (Aguilar y Blanco, 2016)

Problema

Tabla 1. Composición de los residuos sólidos del área metropolitana de Bucaramanga

TIPO DE RESIDUO	% TOTAL
Material orgánico	56,00
Papel/Cartón	8,80
Plástico	19,40
Vidrio	4,20
Metales	2,40
Textiles	4,60
Cueros	1,90
Residuos Sanitarios	2,70

Fuente: (Aguilar & Blanco, 2016)

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los factores financieros que inciden en la creación de una empresa dedicada a la implementación de la tecnología Waste To Energy- WTE para el aprovechamiento energético de residuos orgánicos en la ciudad de Bucaramanga?

Objetivos

General

Evaluar la implementación de la tecnología WTEF (Waste To Energy Flexibuster™) para la generación de energía eléctrica y subproductos en Bucaramanga

Específicos

1.1. Caracterizar el mercado potencial para la implementación de WTE en Bucaramanga

1.2. Estudiar la cadena de valor que involucra la disposición de residuos orgánicos de Bucaramanga

1.3. Identificar la normatividad legal vigente y aspectos organizacionales

1.4. Determinar los aspectos financieros requeridos para la puesta en marcha del modelo de negocio

Justificación

1. Aprovechamiento de RSU para producción de fertilizantes

2. Sistema novedoso de aprovechamiento de RSU para generación de energía

WTE

4. Alternativa de transición entre energías convencionales a sustentables

3. Diversidad de fuentes de Biomasa

Estado del Arte

(Bolívar y Hernández, 2013)



- Análisis de viabilidad de la utilización de biomasa para la generación de energía eléctrica en la sede de la Universidad de La Salle

(Cadavid y Bolaños, 2015)



- Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de energía renovable en una ciudad colombiana

(Grass, 2013)



- Evaluación y diseño para la implementación de una planta de biogás a partir de residuos orgánicos agroindustriales en la región metropolitana

Marco Teorico

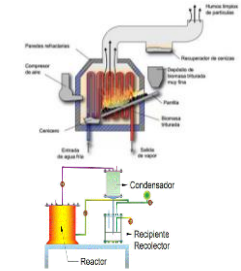
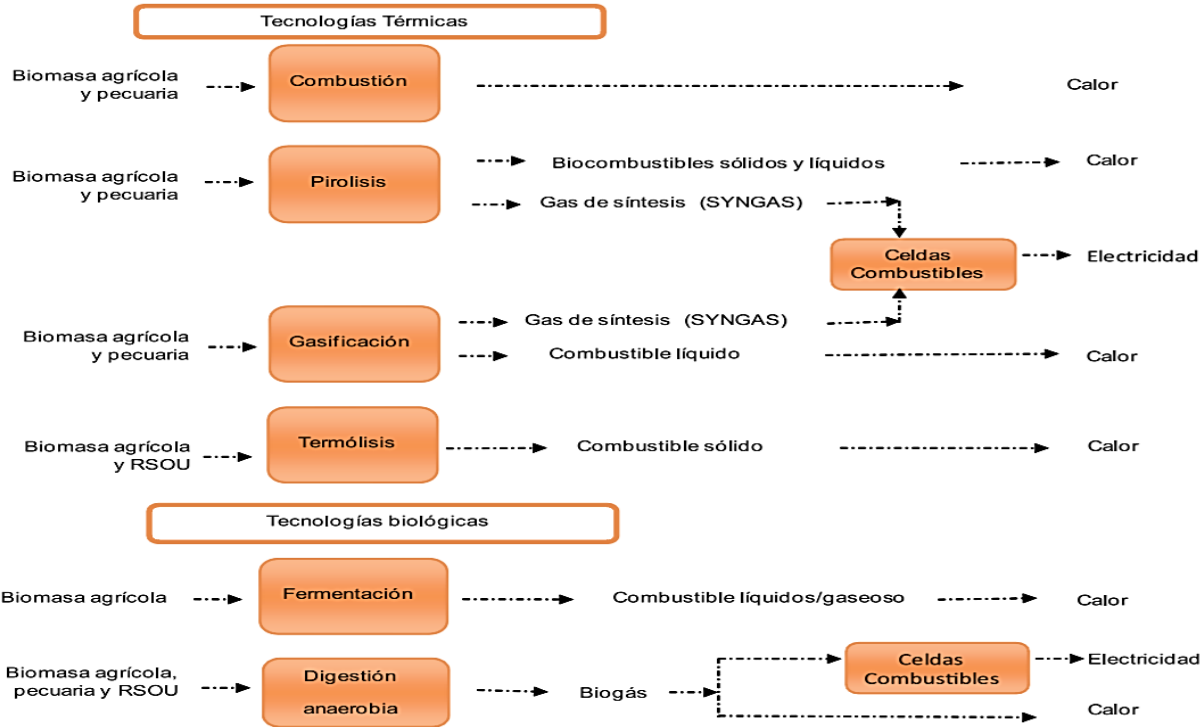
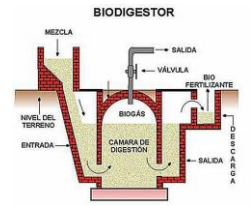
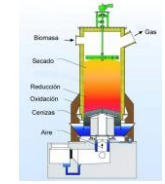


Figura 1. Propuesta de equipo utilizado para la Pirólisis de Plásticos



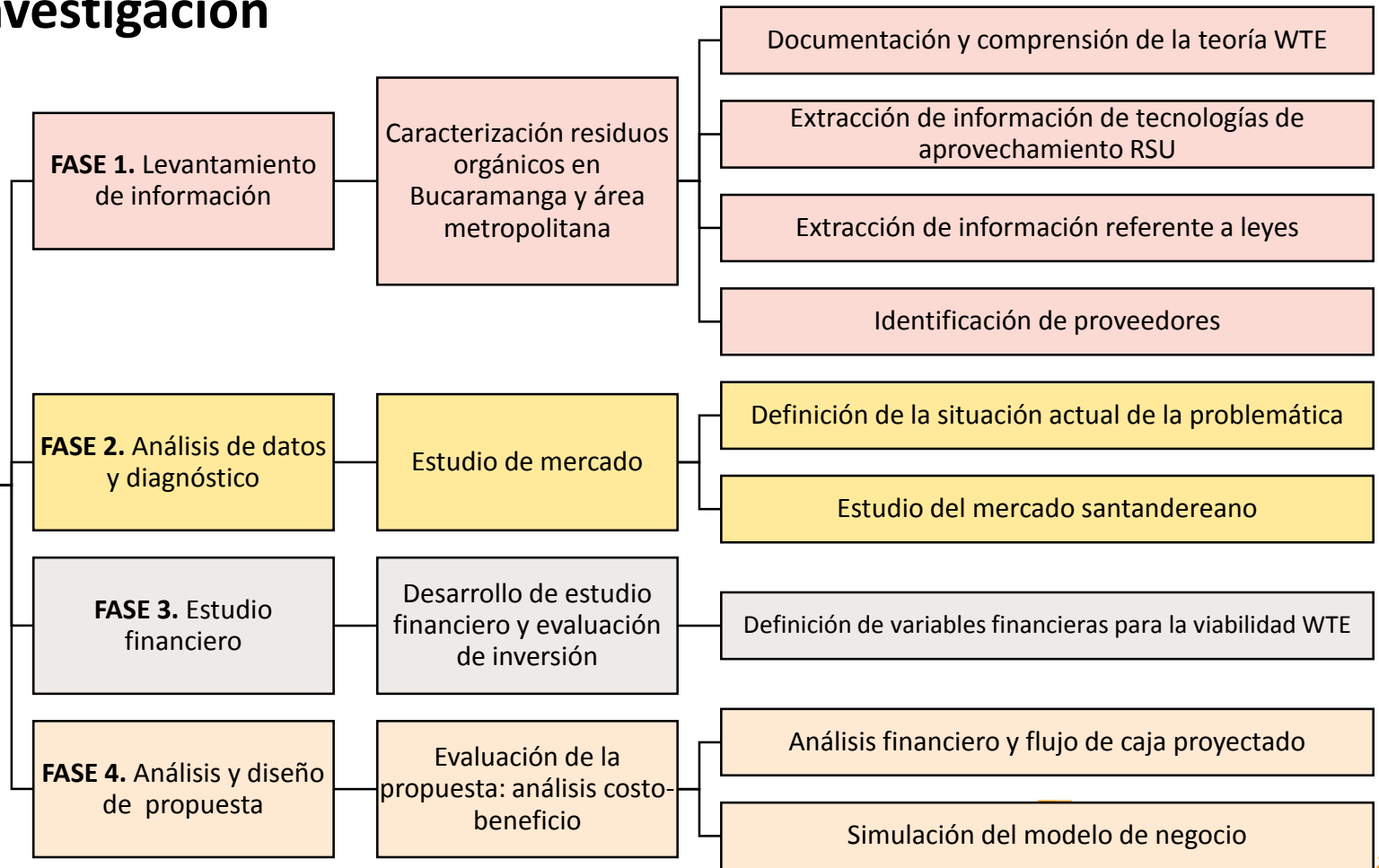
Marco Metodológico

Tabla 2. Generalidades Marco Metodológico

Aspecto	Detalle
Tipo de Investigación	Cuantitativo-proyectivo
Diseño de Investigación	Modelo no experimental
Técnica Recolección Datos	Recopilación documental y bibliográfica

Diseño Investigación

Metodología de la Investigación



Resultados. Objetivo 1

Caracterización de Mercado

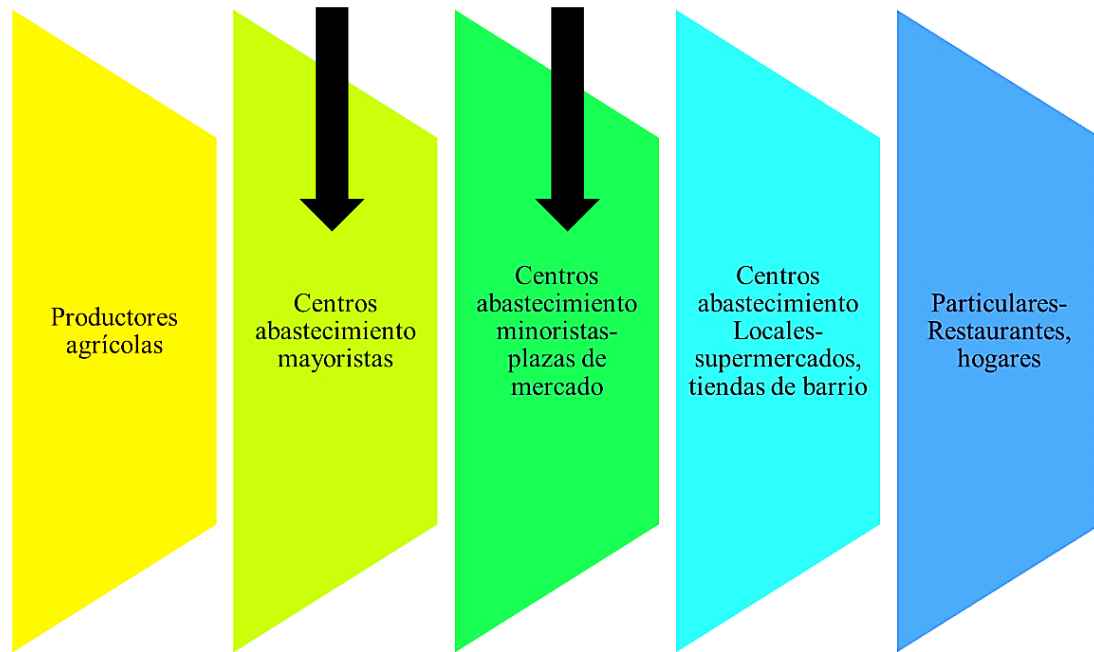


Figura 1. Mercado potencial para tecnología Flexibuster™

Fuente: Autores

Caracterización Mercado Bucaramanga

**Tabla 3. Residuos generales (Centro Abastos + Plazas de Mercado)
Bucaramanga**

Fuente	Total Residuos año	Cantidad por aprovechar año	Cantidad por aprovechar al mes
Centro Abastos	4.643,6 Ton	3.529 Ton	294 Ton
Plazas de mercado Bucaramanga	4.274 Ton	4.146 Ton	345 Ton

Fuente: (Alcaldía de Bucaramanga, 2015)

Tabla 4. Generación RSU plazas de mercado de Bucaramanga

PLAZA	KG/ SEMANA	KG/AÑO	TON/AÑO
La Concordia	6.179	321.308	321
Kennedy	3.414	177.528	178
La Rosita	1.121	58.292	58
Central	19.309	1.004.068	1.004
Asomercobu	1.831	95.212	95
Satélite	8.472	440.544	441
Asovesan	1.519	78.988	79
Asoven	8.395	436.540	437
Comercabu	1.121	58.292	58
Guarín	13.102	681.304	681
San Francisco	17.720	921.440	921
Total	82.183	4.273.516	4.274

Fuente: (Alcaldía de Bucaramanga, 2015)

Resultados. Objetivo 2

Cadena de Valor

Disposición y uso de residuos orgánicos mediante WTE Flexibuster

Esquemático de tecnología Flexibuster™. Caso de estudio

Location	Gaia, Portugal			
Customer	Continente Supermarket, SonaeMC			
Installation date	June 2016			
System	Flexibuster FB24			
Waste	Out of date and damaged supermarket fresh foods			
Annual Figures	Waste 182 t	Electricity 56,000 kWh	Heat 123,000 kWh	Fertiliser 150 t



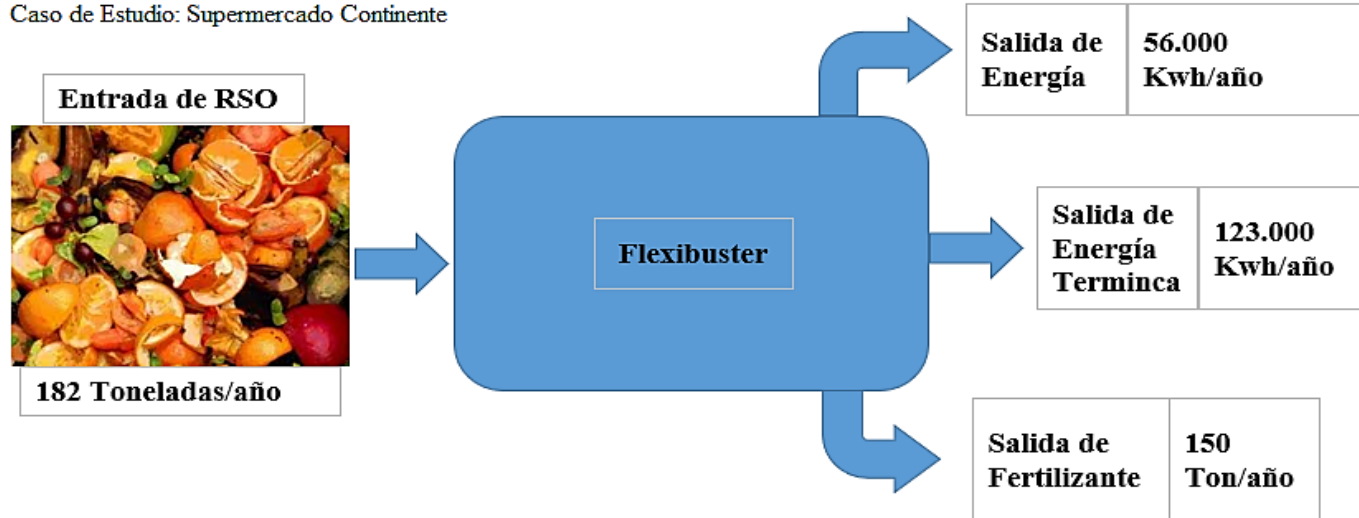
Fuente: Autores - SEAB



MAESTRÍAS

Disposición y uso de residuos orgánicos mediante WTE Flexibuster

Caso de Estudio: Supermercado Continente



$$\left. \begin{aligned} \text{Energía eléctrica} &= \frac{56.000 \text{ Kwh energía}}{182 \text{ ton}} = 307.7 \frac{\text{kwh}}{\text{ton}} \\ \text{Energía térmica} &= \frac{123.000 \text{ Kwh energía}}{182 \text{ ton}} = 675.8 \frac{\text{kwh}}{\text{ton}} \end{aligned} \right\} \text{Energía total} = 983.52 \frac{\text{kwh}}{\text{ton}}$$

$$\text{Relación Out Fertilizante/In RSO} = \frac{150 \text{ ton fertilizante}}{182 \text{ ton RSO}} = 0.82 \frac{\text{ton Fertilizante}}{\text{ton RSO}}$$

Fuente: Autores - (Seab Energy, 2018)

Poder Calorífico de la Biomasa

Energía eléctrica = 407.41 kwh/ton

Energía térmica = 731.48 kwh/ton

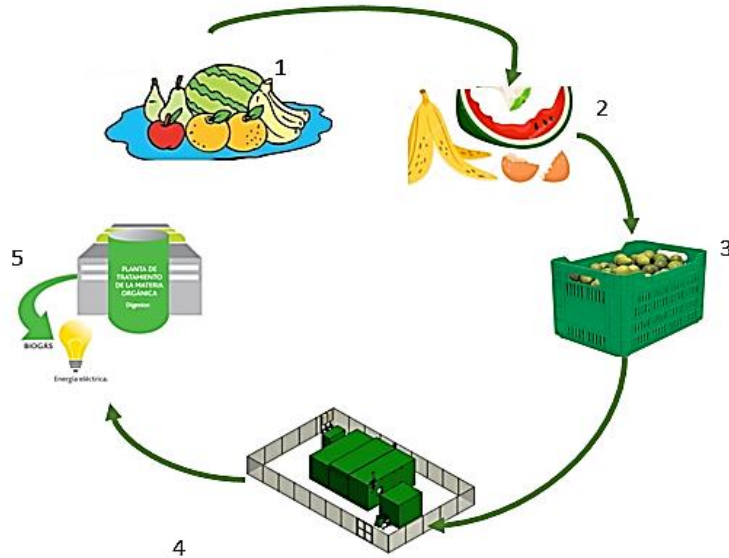
Consumo interno del sistema = 456 kwh-ton

Pérdidas del sistema (10%) = 11.4 kwh

$$Total\ Energía = 1606.30 \frac{kwh}{ton} \times \frac{1\ ton}{1000\ kg} \times \frac{3600\ kj}{1\ Kwh}$$

$$\approx 5800 \frac{KJ}{Kg} \text{ Poder Calorifico promedio de la biomasa}$$

Cadena de Valor



1. *Generación producto Inicial*
2. *Residuo Orgánico*
3. *Contenedor Orgánico*
4. *Almacenaje Flexibuster*
5. *Transformación Residuos Orgánicos*

Figura 3. Cadena productiva residuos orgánicos

Fuente: Autores

Cadena de Valor

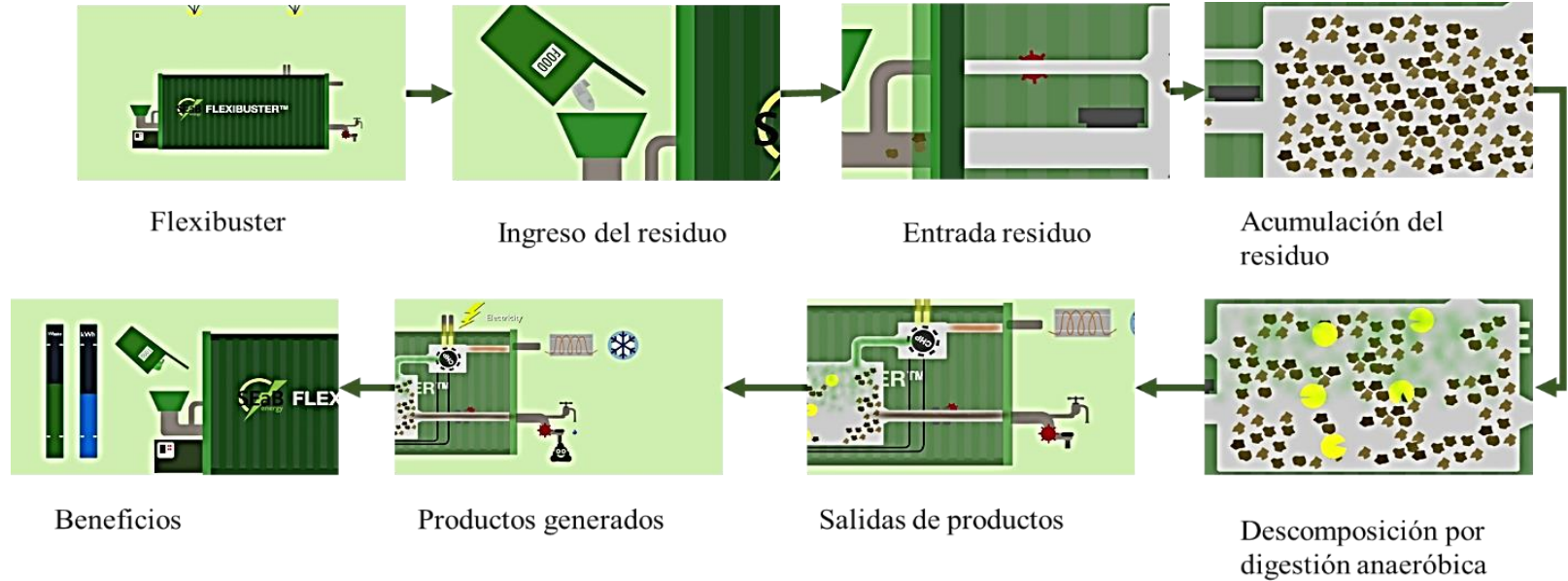


Figura 4. Proceso de operación de tecnología WTE Flexibuster™

Fuente: (Seab Energy, 2018)

Ficha técnica del fertilizante

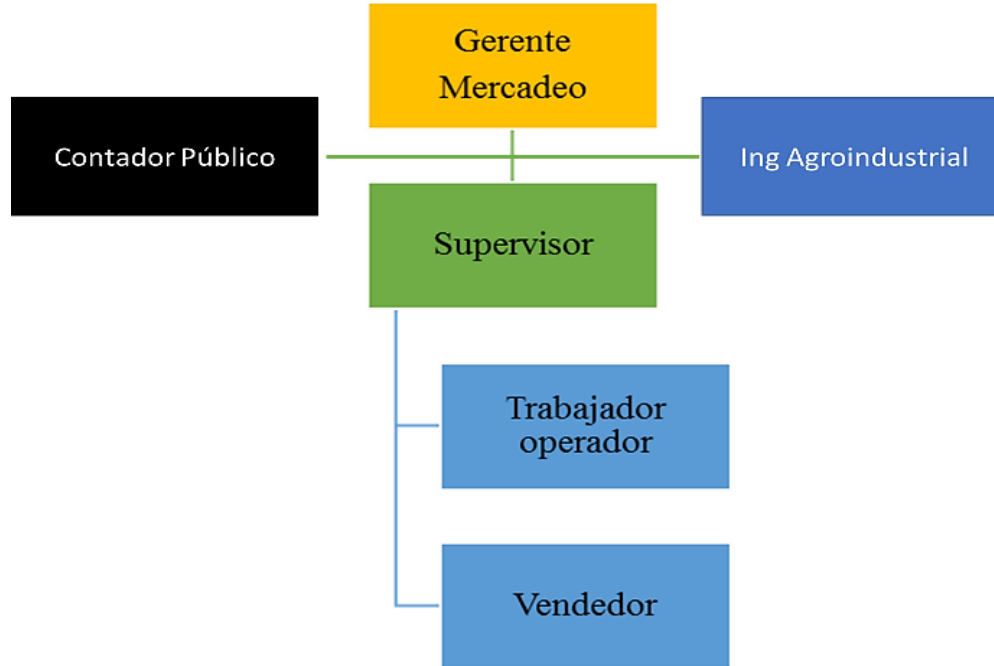
Determinand on a fresh weight basis	Units	Result	Amount per fresh tonne or m3	Amount applied at an equivalent total Nitrogen application of 250 kg N/ha	Units
pH		8.52			
Total Solids	%	29.0	290.00	25001	kg DM
Total Nitrogen	% w/w	0.290	2.90	250	kg N
Ammonium Nitrogen	mg/kg	2828	2.83	243.80	kg NH4-N
Nitrate Nitrogen	mg/kg	<10	< 0.01		kg NO3-N
Total Phosphorus (P)	mg/kg	384	0.88	75.81	kg P2O5
Total Potassium (K)	mg/kg	1009	1.21	104.38	kg K2O
Total Magnesium (Mg)	mg/kg	74.1	0.12	10.60	kg MgO
Total Sulphur (S)	mg/kg	365	0.91	78.67	kg SO3
Total Copper (Cu)	mg/kg	42.2	0.04	3.64	kg Cu
Total Zinc (Zn)	mg/kg	19.1	0.02	1.65	kg Zn
Total Sodium (Na)	mg/kg	1049	1.41	121.91	kg Na2O
Total Calcium (Ca)	mg/kg	769	0.77	66.30	kg Ca
Equivalent field application rate		—	1.00	86.21	tonnes or m3 / ha



Resultados. Objetivo 3

Estructura Administrativa

Estructura organizativa para operación de WTE Flexibuster™



Fuente: Autores

Beneficios de Ley

Marco Legal

- Ley 1715 de 2014



Beneficio

- Reducción renta gravable hasta 50% de la inversión hasta por 5 años.
- Exclusión del IVA.
- Exención arancelaria.
- Depreciación acelerada.

Fuente: UPME (2015)

Resultados. Objetivo 4

Estudio Financiero

Costos y a aspectos generales de implementación

Costo Comercial Flexibuster

£115,000 = \$466.662.201 COP

Condiciones

Horizonte Evaluación=año 2025

Planta de producción ubicada en fuente de materia prima

60 millones COP para iniciar operaciones

Tiempo vida útil= 10 a 5 años

Tasa Impuesto Renta 2021=25%

Tasa Impuesto Renta 2022=33%

Tasa Oportunidad Inversionista=18%

Políticas y estatutos para inversión y gastos

Fuente: Autores con datos del mercado

Costos y a aspectos generales de implementación

COSTOS FIJOS	MONTOS ANUALES (COP)
CRECIMIENTO DE LOS COSTOS	1,51%
<u>Propiedad planta y equipo</u>	<u>24.361.200</u>
Alquiler de Local - Zona de trabajo	24.361.200
<u>Papelería y costos administrativos</u>	<u>12.180.600</u>
Papelería e insumos	12.180.600
<u>Costos de Mantenimiento y operatividad</u>	<u>26.611.381</u>
Mantenimiento Flexibuster	8.120.400
Inlcuye Movilización personal y mto	
Pruebas de laboratorio Fertilizantes	18.490.981
2% sobre producción de fertilizante	2%
R&D	<u>9.245.491</u>
1% sobre producción de fertilizante	1%
<u>Comercialización</u>	<u>61.383.935</u>
Página Web, redes sociales y CCTV	7.308.360
Alianzas con entes de sector Agro	6.090.300
Uso de pagos por internet, datáfono y soporte bancario	38.240.795
Equipos menores	9.744.480
<u>Personal Administrativo</u>	<u>180.128.012</u>
<u>Subtotal Costos Operacionales Indirectos</u>	<u>370.376.839</u>

Fuente: Autores

Detalle de costo de equipos y periodos de vida útil

Dep	Descripción	Cantidad	Nuevo	Nuevo		Remanente	
			Costo Inicial Otra Moneda	Costo inicial	tiempo depreciación	periodo de vida	Valor
				COP	Años		COP
1	Canastillas	30	\$ 1.000.000	\$ 30.000.000	5,0	1,0	0
2	Flexibuster	1	GBP 115.000,00	\$ 466.662.201	10,0	1,0	233.331.1 01
3	Equipos de cómputo e insumos	1		\$ 6.000.000	5,0	1,0	0
4	Set de Limpieza bomba centrífuga, set de mangueras, canecas de disposición	1		\$ 5.000.000	5,0	1,0	0
5	Licencia de programas contables y programas de computo	1		\$ 2.000.000	5,0	1,0	0
6	Set de herramientas básicas			\$ 3.000.000	5,0	1,0	0
7	CCTV			\$ 3.000.000	5,0	1,0	0
	Depreciación lineal			515.662.201			233.331.1 01

Fuente: Autores

Beneficio económico residuos aprovechados Flexbuster

Concepto	Valor	Unidad
Residuos iniciales generados	4.644	Toneladas/Año
Residuos aprovechados Flexbuster	480	Toneladas/Año
%Variación	15,51%	
Costo disposición residuos inicial	\$ 243.590.000	COP/año
Ahorro en disposición de residuos	\$ 25.179.430	COP/año

Fuente: Autores

Beneficio económico energía eléctrica generada en Flexibuster

Electricidad generada	815	kWh-día
Valor kWh	530	COP
Ahorro anual energía eléctrica	104.841.000	COP
Ahorro mensual energía eléctrica	8.736.000	COP

Componenetes de Costo (Cuv) @ 2019	
Generación (G)	207,16\$/KWh
Transmisión (T)	34,53\$/KWh
Distribución (D)	187,79\$/KWh
Restricción (R)	11,15\$/KWh
Pérdidas (PR)	38,41\$/KWh
Comercialización (C)	55,72\$/KWh
$(G)+(T)+(D)+(R)+(PR)*(C) = Cuv$	534,76\$/KWh

Fuente: Autores

Venta Fertilizante Diarias

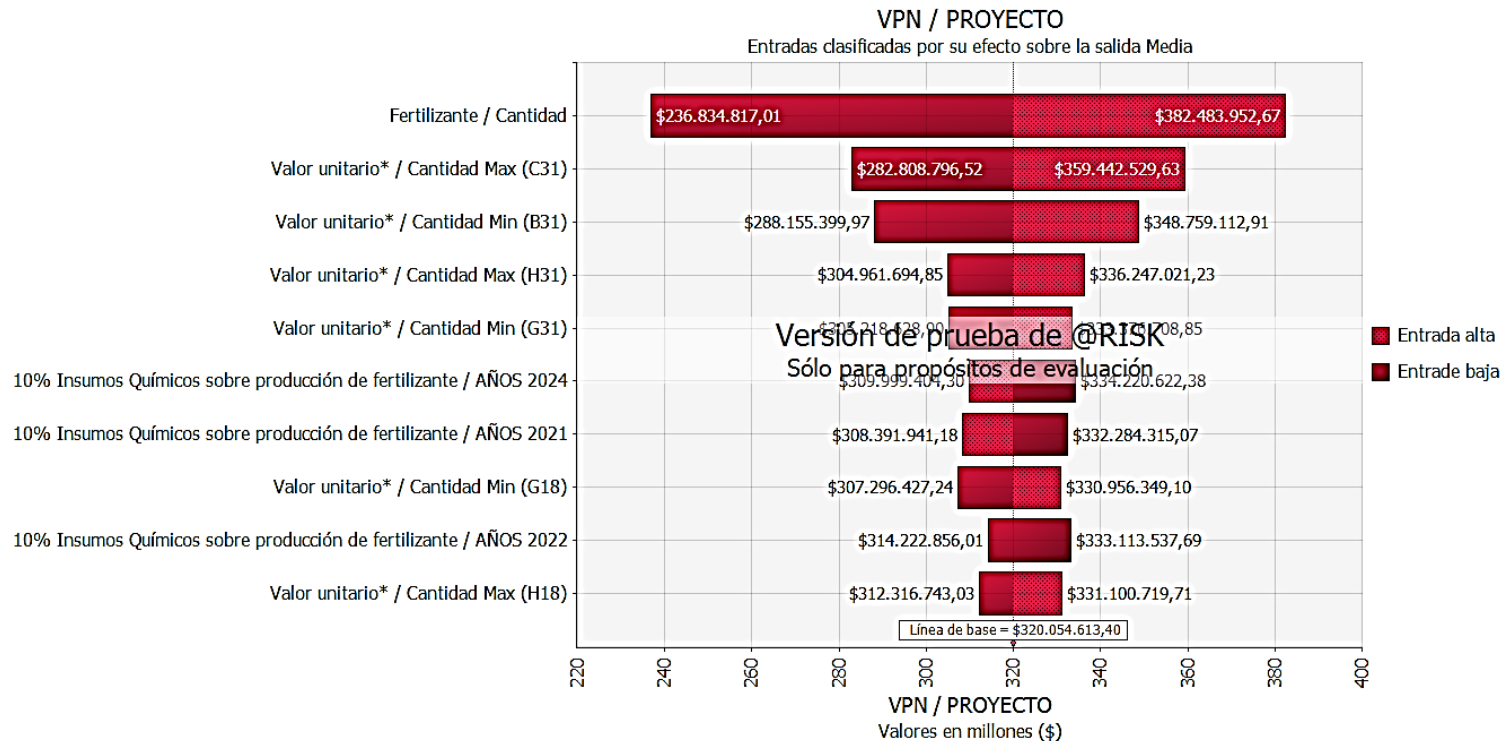
Escenario 50%			
Descripción	Cantidad	Unidad	
Total litros producidos al 50% de la capacidad de la planta	638	litros/Dia	
Total presentación Caneca 5 Galones -(19 litros)	33	Diarios	
Fertilizante Caneca 5 Galones	165	Semanal	
Fertilizante Caneca 5 Galones	660	Mensual	
Fertilizante Caneca 5 Galones	7920	Anual	
Rango de Precios⁷	Cantidad Min	Cantidad Max	Unidad
Valor unitario*	\$ 100.000	\$120.000	COP
Valor Ingreso Anual	\$ 792.000.000	\$ 950.400.000	COP

* El precio oscila de acuerdo con la concentración del fertilizante resultante, este varía de acuerdo a la composición de la biomasa con q se alimenta el sistema.

** Se aplica un factor de eficiencia de un 50%.

Fuente: Autores

Simulación Montecarlo y el resultado del VPN



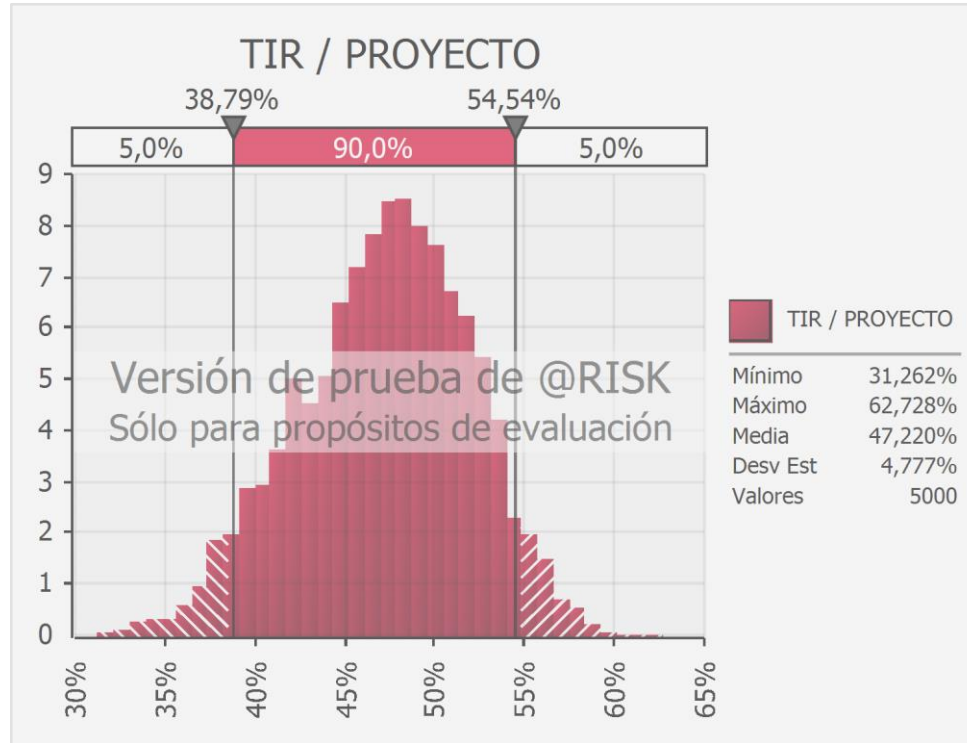
Fuente: Autores (simulación @Risk)

valores probables del VPN

Nombre	Mín	Media	Máx	5%	95%
VPN / PROYECTO	\$136,171,500	\$320,054,600	\$515,588,900	\$224,402,400	\$406,726,800

Fuente: Autores

Diagrama porcentual. TIR



Fuente: Autores (simulación @Risk)

MAESTRÍAS

Estadística de salida de TIR

Cambio en la estadística de salida de TIR / PROYECTO			
Jerarquía	Nombre	Inferior	Superior
1	Fertilizante / Cantidad	40%	53%
2	Valor unitario* / Cantidad Max	45%	50%
3	Valor unitario* / Cantidad Min	45%	49%
4	Valor unitario* / Cantidad Max	45%	49%
5	Valor unitario* / Cantidad Min	45%	49%
6	10% Insumos Químicos sobre producción de fertilizante / AÑOS 2021	46%	49%
7	Valor unitario* / Cantidad Min (G18)	46%	48%
8	Valor unitario* / Cantidad Max (H18)	46%	48%
9	10% Insumos Químicos sobre producción de fertilizante / AÑOS 2022	47%	49%
10	10% Insumos Químicos sobre producción de fertilizante / AÑOS 2024	46%	48%

Conclusiones

1

Se demostró que existe un modelo de negocio de economía circular aplicable en Bucaramanga y su área metropolitana representado con **valores de VPN positivos incluso en los peores escenarios y valores TIR por encima del 40% en una probabilidad del 90%.**

2

El valor calculado en este estudio contempló una **operatividad del equipo entre el 50% y el 80%** representado una mayor posibilidad de rentabilidad aumentando la operatividad del sistema a valores cercanos a su límite de eficiencia máximo, **si se dispone de la materia prima que para este caso corresponde a la biomasa de alimentación de la WTE.**

Conclusiones

3

Se encontró que el desperdicio en los centros de abastecimiento de **alimentos perecederos no alcanzan un porcentaje de aprovechamiento superior a 20%**, abriendo paso a posibilidades de implementación y explotación de variedad de tecnologías WTE.

4

La reducción en la **disposición de residuos en las empresas de aseo se reconoció como un indicador que genera una ventaja competitiva** para los comercializadores de productos agrícolas y puede ser un rubro de negociación con el generador para aprovecharse como un ingreso que, **aunque sea un valor casi despreciable en el desarrollo de la actividad de Flexibuster™ comparado con la venta de energía y fertilizantes.**

Conclusiones

5

Se demostró que la **tecnología Flexibuster genera una reducción en el pago por el consumo de la energía eléctrica**, sin generar costos adicionales por su uso, pues esta misma se autoalimenta con la que produce y adicional, el 90% restante permite para abastecer otras fuentes cercanas.

6

La **confianza en los subproductos energía y fertilizantes basados en los reconocimientos internacionales de la tecnología** y su compromiso por la protección del medio ambiente, garantiza una reducción de generación de residuos en estos lugares de comercialización de productos agro para evitar ser llevados a rellenos sanitarios a punto de colapso como en el caso del Carrasco y/u otras fuentes naturales

Conclusiones

7

Se encontró que las **políticas del gobierno colombiano en materia ambiental** están dando oportunidades de desarrollo a inversiones en tecnologías ambientales como una estrategia de negocio con beneficios económicos y aportando a la preservación del medio ambiente, todo esto con el **beneficio del 25% en deducción por impuestos, cuando se realiza este tipo de inversión.**

8

se evidenció que la **disponibilidad en exceso del recurso de insumo** que para el caso de estudio corresponde a la **biomasa de origen agrícola.**

Conclusiones

9

Se analizó que las **tecnologías ambientales son poco atractivas en el mercado colombiano debido a que estas no son producidas en el país** y el trámite para adoptarla en Colombia es más dispendioso que el beneficio mismo que pueda generar.

Recomendaciones

1

Inicialmente el estudio **apuntaba** la tecnología **WTE Flexibuster como fuente generadora de energía eléctrica como principal insumo**, que si bien demostró que se tiene un ahorro significativo en este recurso puede alcanzar alrededor de \$80.000.000/año con operatividad del sistema al 90%, **se evidenció que el principal beneficio es la obtención de fertilizantes líquidos.**

2

La diversidad en las características de la tierra fértil que hay en todo el país hace que la producción de **fertilizantes** sea esencial especialmente por el **elevado costo que este implica para los agricultores** debido a que la materia prima para su generación, su **mayor parte es importada**, haciendo que el producto sea más costoso de producir y por ende de comercializar **siendo necesaria la implementación de esta tecnología** para producir estos insumo que es de gran relevancia para los cultivos.

Recomendaciones

3

La revisión de las propiedades del fertilizante líquido que se produce en la tecnología Flexibuster™ **es importante y verificar** de qué manera la **combinación de ciertos residuos orgánicos contribuiría a la producción de fertilizantes líquidos con determinadas características que sirvan a ciertos cultivos específicos.**

Referencias

Aguilar, C. A., & Blanco, J. E. (2016). *Estudio de Prefactibilidad para Generación de Energía Eléctrica Aprovechando la Biomasa Depositada en el Relleno Sanitario El Carrasco Teniendo en Cuenta las Especificaciones de la Energía Transportar*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/163413.pdf>

Alcaldía de Bucaramanga. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS 2016-2027*.

Alcaldía Municipal de Floridablanca. (2014). *Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Floridablanca*.

Centro Abasto. (2016). *Informe de gestión* . Bucaramanga.

Referencias

Bolívar, P., & Hernández, S. (2013). *Análisis de viabilidad de la utilización de biomasa para la generación de energía eléctrica en la sede de la Universidad de La Salle*. Bogotá: Universidad de La Salle. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/>

Cadavid, L. S., & Bolaños, I. V. (2015). Aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de energía renovable en una ciudad colombiana. *Revista Energética*, 23-28. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/energetica/article/view/46142/n46_a3_46142

Grass, B. (2013). *Evaluación y diseño para la implementación de una planta de biogás a partir de residuo orgánicos agroindustriales en la región metropolitana*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/>

Referencias

- NEIA. (2015). *Waste Management Equipment*. Recuperado el 13 de Abril de 2019, de <http://neia.org/wp-content/uploads/2015/10/03-Candice-Way-CWAY-Mobile-AD-NEIA-2015-v2.pdf>
- Seab Energy. (2016). *Muckbuster[®] & Flexibuster[™]*. Obtenido de Ecoservice UK: http://www.ecoserviceuk.co.uk/PDF/muckbuster_pesentation.pdf
- Seab Energy. (2018). *FAQ'S*. Recuperado el 13 de Abril de 2019, de <https://seabenergy.com/products/mb400-faqs/>



¿Preguntas?



unab

Universidad Autónoma de Bucaramanga

de puertas abiertas

VIGILADA MINEDUCACIÓN