

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN Y RESULTADOS

5.1 Pre-factibilidad Técnica

Para definir si el proyecto es técnicamente viable se presentan las Tablas 5.1 a 5.11 que muestran un resumen de las dimensiones de los diferentes procesos, con la finalidad de tener los resultados de los cálculos realizados en el capítulo 4 de forma más accesible.

Tabla 5.1 Características del sustrato

Resumen de propiedades generales de la biomasa		
Propiedad	Valor	Unidades
Masa total entrante	150.00	ton
Volumen estimado	187.50	m ³
Masa seca (MS)	27.00	ton
	33.75	m ³
Masa volátil (MV)	20.25	ton
	25.31	m ³

El alto contenido de humedad en los residuos hace necesario el uso de equipos especiales de molienda, sin embargo, la misma humedad puede ser aprovechada para los servicios de la planta volviendo el proceso ideal para las zonas donde el agua escasea y evitando que se generen lixiviados en los rellenos sanitarios.

Tabla 5.2 Potencial de los residuos para generar biogás

Propiedad	Valor	Unidades
Densidad	0.8	ton/m ³
Producción de biogás	400	m ³ /ton MV
% Masa seca (MS)	18%	-
% Masa volátil (MV)	75%	-
% Dilución	90%	

Tabla 5.3 Parámetros para el proceso

Resumen de parámetros para la operación del digestor				
Tiempo de Retención H.	15 días	Composición del biogás		
Temperatura de trabajo	55 °C	Metano (CH ₄)	60%	
% Secado de abono	65%	Dióxido de carbono (CO ₂)	30%	
% Humedad absoluta en la región	32%	Ácido sulfhídrico (H ₂ S)	5%	
Densidad del metano	0.717 kg/m ³	Vapor de agua	5%	
Temperatura media de la región	25.3 °C	Poder Calorífico metano	9,000	kcal/Nm ³
Temperatura media del sustrato	25.3 °C	Capacidad calorífica efluente	4.186	KJ/kgK

Las dimensiones de los digestores se deben al alto contenido de humedad que se ha fijado en los parámetros de diseño, representando una inversión más grande que un sistema en seco, por la magnitud de las excavaciones, sin embargo permiten reducir el tiempo de retención con un porcentaje de degradación muy similar, lo que representa ahorros en los costos energéticos del sistema a lo largo de la vida útil.

Tabla 5.4 Resumen de las dimensiones del digestor

Volumen, altura y diámetro adecuado		
Influyente total (Af)	331	ton/d
	338	m ³ /d
Volumen útil	5,063	m ³
Volumen recomendado	7,363	m ³
Volumen real	7,732	m ³
No de digestores	2.00	
COV	2.75	kg/m ³
Volumen p/digestor	3,866	m ³
Altura tanque	11	m
Diámetro	21	m

Hay que resaltar que el agua utilizada para la dilución puede ser recirculada en el sistema por lo que no se requiere de este recurso más que para el arranque de la planta.

Tabla 5.5 Resumen de las dimensiones del tanque de alimentación

Concepto	Cantidad	Unidad
Volumen tanque de alimentación	1,063	m ³
Altura	11	m
Diámetro	11	m
Volumen de agua necesaria para dilución	150	m ³ /d
Volumen de agua p/digestor	75	m ³ /d

Tabla 5.6 Producción diaria de biogás

Concepto	Cantidad	Unidad
Producción de biogás	8,100	Nm ³ /d
	337.50	Nm ³ /h
Poder calorífico gas	5,400	kcal/Nm ³

Tabla 5.7 Alternativa para el almacenamiento antes de la purificación

Parámetro	Cantidad	Unidad
% de la producción almacenada	100%	
No de tanques	2	
Volumen por tanque	4,252.50	Nm ³ /d
Altura tanque	18	m
Diámetro	18	m

Para tener una operación segura se debe considerar el uso de antorchas, como la que se muestra en la Figura 5.1, debido a que liberar el biogás no es una opción pues tiene repercusiones ambientales y de no disiparse eficientemente puede causar algún incendio. Estos equipos deben estar interconectados, incluso para desalojar y quemar el gas purificado que no haya sido consumido por los vehículos en la estación de suministro de metano comprimido, a pesar de que económicamente represente una pérdida de oportunidad y sea necesaria una inversión necesaria para su implementación.

Tabla 5.8 Consideraciones para la purificación

Purificación		
Producción de metano	4,374	Nm ³ /d
	182	Nm ³ /h
Poder calorífico biometano	8,100	kcal/Nm ³
Captura de dióxido de carbono	2,430	Nm ³ /d



Figura 5.1 Antorchas para la quema de biogás (Moncayo, 2005)

Tabla 5.9 Energía térmica necesaria para el proceso

Calefacción		
Espesor de hormigón (L)	0.40	m
Cte de conductividad térmica (k)	0.90	W/mK
Espesor de aislante (L)	0.15	m
Cte de conductividad térmica (k)	0.02	W/mK
Área de contacto p/digestor	1,082.28	m ²
Pérdidas en calor p/unidad de área	3.74	W/m ²
Pérdidas en calor p/digestor	4,046.05	W
Pérdidas en energía p/digestor	349.58	MJ/d
Pérdida total de energía	0.70	GJ/d
	8.09	kW
	10.85	hp
Energía para calentar afluente	41.12	GJ/d
	475.93	kW
	637.98	hp
Potencia requerida en cogeneración	484.02	kW
Porcentaje del gas producido	45%	

Para conservar la temperatura de los digestores se utilizará un material aislante con muy baja conductividad térmica, sin embargo con la carga continua de biomasa es necesario un suministro igualmente continuo de energía térmica. Para esto se había considerado una

caldera, pero al revisar los equipos de generación en la industria, se observó que la energía necesaria puede provenir directamente del ciclo de cogeneración, elevando la eficiencia de la planta y reduciendo costos. Un factor no considerado en ese momento fue la sensibilidad de las bacterias termofílicas, lo que hace indispensable el uso de un sistema de control avanzado con la correspondiente inversión en instrumentación. Nuevamente se incrementa la inversión inicial a favor de la disminución del tiempo de retención y la posibilidad de obtener biogás en cantidades más estables, asegurando además el contenido de metano.

Tabla 5.10 Producción de energía eléctrica a partir de la planta de biogás

Concepto	Cantidad	Unidad
Demanda de potencia	1, 072	kW
	3, 859, 200	kJ/hora
Consumo gas CHP	113	Nm ³ /hora
	2, 731	Nm ³ /d

La producción de fertilizante orgánico, es otra de las ventajas técnicas que tiene esta tecnología con respecto a otras como la gasificación por plasma o la pirólisis. La mineralización de los compuestos que forman las moléculas orgánicas hace posible el regresar los nutrientes que se han tomado de la tierra, en forma y proporciones que además contribuyan a la explotación sustentable de las tierras de cultivo. Se generan alimentos más saludables, libres de compuestos químicos no deseables y de mejor sabor.

La idea es mejorar la estructura de los suelos, brindándole a los cultivos la capacidad de retener la cantidad óptima de humedad y de nutrientes,

Tabla 5.11 Acondicionamiento de lodos

Concepto	Cantidad	
Lodos base húmeda digestión	315.56	ton/d
Lodos en base seca	11.81	ton/d
%sólidos digestión	3.74%	%
Densidad lodos digestión	1.010	ton/m ³
Lodos base húmeda digestión	312.50	m ³ /d
%sólidos espesador	9.00%	%
Densidad lodos espesador	1.02	ton/m ³
Lodos base húmeda espesador	131.25	ton/d
Lodos base húmeda espesador	128.19	m ³ /d
%sólidos	65%	%
Densidad abono	1.20	ton/m³
Abono base húmeda en masa	18.17	ton/d
Abono base húmeda en volumen	15.11	m³/d

Los alcances de la propuesta técnica acotados en la ingeniería básica, están limitados a arrojar resultados de pre-factibilidad. Si la evaluación financiera del proyecto resulta positiva conforme a los parámetros que se describirán a lo largo de lo que resta del capítulo, será necesario proceder con la ingeniería de detalle y a repetir el análisis financiero.

5.2 Pre-factibilidad financiera

A continuación se presentarán los presupuestos de construcción y algunos estados proforma del proyecto para proceder al análisis financiero a través de las técnicas más empleadas en la evaluación de proyectos.

5.2.1 Inversión inicial fija

Se enlistan todos los conceptos de manera general que proceden de cotización directa con las empresas: Fluídica S.A., FYE de México S.A. de C.V., Incogás S.A., ACS Medio Ambiente y Equipamientos y Suministros Industriales S.A., con oficinas en la Ciudad de México

Tabla 5.12 Primera parte de los activos fijos necesarios en planta

CONCEPTOS INVERSIONES FIJAS	MONTO	
	MXP[\$]	
Recepción de materiales		
Instalaciones y equipos de recepción		
1 Báscula camionera	\$	1,798,000
1 Caseta de recepción	\$	25,000
1 Pluma y espinas	\$	20,000
1 Sanitario	\$	9,900
Subtotal	\$	1,852,900
Sistema para la recuperación de metariales		
Planta de recuperación de Materiales		
1 Banda inclinada con cangilones de arrastre		
1 Trommel de cernido		
1 Banda de selección		
1 Separador Magnético	\$	7,421,274
1 Gabinete de control		
1 Equipo de pretritución		
1 Molinos orgánicos		
1 Botcat		
2 Montacargas	\$	1,726,080
Subtotal	\$	9,147,354
Digestión		
1 Tolva de recepción de materiales	\$	58,000
2 Digestores cilíndricos de hormigón	\$	13,638,851
2 Equipamiento de la planta	\$	3,425,003
Subtotal	\$	17,121,854
TOTAL	\$	28,122,108

Tabla 5.13 Segunda parte de los activos fijos necesarios en planta

CONCEPTOS INVERSIONES FIJAS		
Acondicionamiento del mejorador de suelos		
1	Tanque de sedimentación	\$ 2,000,000
2	Filtros Prensa de secado	\$ 2,963,104
1	Sistema de cribado de bioabono	\$ 200,000
1	Sistema de empacado de bioabono	\$ 79,692
1	Montacargas (Manejo de Bioabono)	\$ 800,000
1	Sistema de almacenamiento de bioabono	\$ 60,000
	Subtotal	\$ 6,102,796
Acondicionamiento de biogás		
1	Almacenamiento de Biogás	\$ 2,000,000
2	Purificación del biogás	\$ 14,200,000
1	Antorchas de seguridad	\$ 968,600
1	Tubería e instalaciones	\$ 1,000,000
1	Estación integral despachado	\$ 1,875,673
	Subtotal	\$ 20,044,273
Generación energética		
1	Sistema Cogeneración	\$ 2,078,344
3	Transferencia automática de capacidad distinta	\$ 90,043
3	Accesorios para el control	\$ 13,937
1	Instalación eléctrica	\$ 2,791,909
	Subtotal	\$ 4,974,234
Taller mecánico		
2	Scanners	\$ 70,000
1	Alineación y balanceo	\$ 300,000
2	Equipo de cómputo	\$ 20,000
1	Herramental	\$ 100,000
1	Instalaciones	\$ 10,000
	Subtotal	\$ 500,000
Oficinas		
7	Equipo de cómputo	\$ 350,000
1	Obra civil	\$ 1,322,508
1	Mobiliario y equipo de oficina	\$ 446,600
1	Equipo de cómputo	\$ 98,600
	Subtotal	\$ 2,217,708
Logística y transporte		
4	Equipo de reparto	\$ 2,400,000
1	Vehículos	\$ 1,740,000
	Subtotal	\$ 4,140,000
	TOTAL	\$ 37,979,013
Total inversiones fijas		\$ 66,101,121

5.2.2 Inversión inicial diferida

Tabla 5.14 Activos diferidos para la ejecución del proyecto

CONCEPTOS INVERSIONES DIFERIDAS	
Gastos preoperativos	
Ingeniería de detalle	\$ 1,297,897
Supervisión y puesta en marcha	\$ 847,605
Gastos de Mercadotecnia, propaganda y publicidad	\$ 2,000,000
Primas de seguro	\$ 50,000
Imprevistos	\$ 661,011
Proyecto MDL	\$ 992,000
Subtotal	\$ 5,848,513
Constitución de la sociedad mercantil	
Constitución de la sociedad ante la S.R.E.	\$ 700
Aviso de uso de permisos para la constitución de sociedades.	\$ 250
Inscripción de escrituras constitutivas de personas morales.	\$ 500
Inscripción al registro federal del contribuyente	\$ -
Declaración de apertura.	\$ 100
Alta en el sistema de información mexicano (SIEM)	\$ -
Notario	\$ 15,000
Subtotal	\$ 16,550
Total Inversiones Diferidas	\$ 5,865,064

5.2.3 Inversión circulante

El capital de trabajo para este proyecto se calculará de la siguiente manera:

$$\text{Capital de trabajo} = Cp(\text{Duración ciclo}) \quad (5-1)$$

Donde Cp es el costo promedio diario de operación resultante del presupuesto de egresos y la duración del ciclo por supuesto se escribe en días. El ciclo de generación de ingresos para el proyecto se considera de 3 meses de periodo de gracia para la venta de fertilizante, como se verá con más detalle en el punto 5.2.5 más 60 días que es el periodo promedio que se espera tengan las cuentas por cobrar. El Cp se explicará mejor en la sección siguiente y es de \$33,617.15, entonces:

$$\text{Capital de trabajo} = \$33,617.15 \times (150) \approx \$5,000,000.00$$

5.2.4 Presupuestos de egresos

Los costos también se determinaron a través de cotizaciones con las empresas Fluidica S.A., Incogás S.A., FYE de México S.A. de C.V., Kohler S.A., y Equipamientos y Suministros Industriales S.A. Aún así, los sueldos se analizaron y corroboraron con lo que se publica mes a mes en las principales bolsas de trabajo en línea del país (OCC, Monster, y Computrabajo).

Tabla 5.15 Costos de mano de obra

CONCEPTOS DE NÓMINA DIRECTA E INDIRECTA					
NÓMINA NECESARIA PARA LA BANDA					
Puesto	No	Sueldo diario	Prestaciones	Total	Total General
Seleccionadores	8	\$ 150.00	\$ 65.55	\$ 215.55	\$ 1,724.40
Alimentación de banda	3	\$ 150.00	\$ 65.55	\$ 215.55	\$ 646.65
Choferes (maquinaria)	4	\$ 250.00	\$ 109.25	\$ 359.25	\$ 1,437.00
TOTALES	15				\$ 3,808.05
NÓMINA DIGESTIÓN					
Puesto	No	Sueldo diario	Prestaciones	Total	Total General
Sistema de alimentación	3	\$ 150.00	\$ 65.55	\$ 215.55	\$ 646.65
TOTALES	3				\$ 646.65
NÓMINA ACONDICIONAMIENTO FERTILIZANTE					
Puesto	No	Sueldo diario	Prestaciones	Total	Total General
Filtros prensa	1	\$ 150.00	\$ 65.55	\$ 215.55	\$ 215.55
Empacado	3	\$ 150.00	\$ 65.55	\$ 215.55	\$ 646.65
Movimiento de materiales	2	\$ 150.00	\$ 65.55	\$ 215.55	\$ 431.10
Almacén	4	\$ 150.00	\$ 65.55	\$ 215.55	\$ 862.20
TOTALES	10				\$ 2,155.50
NÓMINA ACONDICIONAMIENTO DEL BIOGÁS					
Puesto	No	Sueldo diario	Prestaciones	Total	Total General
Filtración	1	\$ 150.00	\$ 65.55	\$ 215.55	\$ 215.55
Supervisor	1	\$ 280.00	\$ 122.36	\$ 402.36	\$ 402.36
Estación de servicio	2	\$ 150.00	\$ 65.55	\$ 215.55	\$ 431.10
Despachadores	4	\$ 150.00	\$ 65.55	\$ 215.55	\$ 862.20
TOTALES	8				\$ 1,911.21
TOTAL MANO DE OBRA			\$	8,521.41	\$/d

Tabla 5.16 Insumos necesarios para el proceso de digestión y empaque

Concepto	Precio (\$/kg,L)	Cantidad	Monto
Carbonato de Calcio	\$ 138.00	50.00	\$ 6,900.00
Total			\$ 6,900.00
Empacado	Precio (\$/c)	Cantidad	Total
Bolsas Cartón	\$ 5.00	360.00	\$ 1,800.00
Total			\$ 1,800.00
TOTAL INSUMOS		\$ 8,700.00	\$/d

Tabla 5.17 Parte 1 Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones

Concepto	Monto
MANTENIMIENTO DE LA BANDA DE SELECCIÓN	\$
Uniformes	\$ 240.00
Refacciones, equipo de transporte	\$ 22.00
Aceite equipo de transporte	\$ 22.00
Supersacos	\$ 420.00
Alimentador	
Transportador inclinado	
Trommel	
Banda de Selección	\$ 2,200.00
Transportador hundido	
Contenedores	
Molino (Afilado de cuchillas)	
Banda Magnética	
TOTAL	\$ 2,904.00
MANTENIMIENTO DE LA ETAPA DE DIGESTIÓN	\$
Limpieza tanque de mezclado	
Chequeo de válvulas de descarga	
Chequeo sopadores	
Chequeo sistema de cogeneración	
Chequeo cortallamas	\$ 1,000.00
Chequeo de filtros	
Amarres de Cubierta	
Equipo Electromecánico	
Trampas de agua y condensados	
Checar medidor de caudal de biogás	
TOTAL	\$ 1,000.00

Tabla 5.18 Parte 2 Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones

MANTENIMIENTO FERTILIZANTE		\$
Remoción de arenas		
Chequeo Filtros	\$	500.00
Limpieza Lechos de secado		
TOTAL	\$	500.00
MANTENIMIENTO BIOGÁS		\$
Chequeo Compresores		
Chequeo Surtidores	\$	343.12
Chequeo sistemas automotrices		
Generadores	\$	289.73
TOTAL	\$	632.85
TOTAL MANTENIMIENTO	\$	5,036.85

Tabla 5.19 Costos fijos de la planta por tipo

GASTOS ADMINISTRATIVOS			
Servicios			
	No	Diario	Mensual
Luz	\$	-	\$ -
Teléfono	\$	378.08	\$ 11,500.00
Papelería	\$	230.14	\$ 7,000.00
Gasolina	\$	-	\$ -
Radio-celular	\$	164.38	\$ 5,000.00
Otros	\$	263.10	\$ 8,000.00
Subtotal	\$	1,035.62	\$ 31,500.00
Recursos Humanos			
Recepcionista	1	\$ 263.01	\$ 8,000.00
Asistente, venta	1	\$ 493.15	\$ 15,000.00
Asistente administración	3	\$ 2,071.23	\$ 21,000.00
Asistente operaciones	1	\$ 493.15	\$ 15,000.00
Despacho contable	2	\$ 1,972.60	\$ 30,000.00
Gerente banda de selección	1	\$ 493.15	\$ 15,000.00
Gerente digestión	1	\$ 493.15	\$ 15,000.00
Gerente secado de lodos	2	\$ 1,643.83	\$ 25,000.00
Viajes	1	\$ 920.55	\$ 28,000.00
Mensajero 2	1	\$ 493.15	\$ 15,000.00
Gerente General	1	\$ 986.30	\$ 30,000.00
Subtotal		\$ 13,183.55	\$ 269,000.00
		Diario	Mensual
GASTOS		\$ 11,358.89	\$ 248,500.00

Los costos totales diarios promedio son de \$33,617, dato que se utiliza en el cálculo del capital de trabajo del punto anterior.

Como se puede observar en la Figura 5.2 el 34% de los egresos de la planta corresponde a los costos fijos y el correspondiente 66% se constituye de los costos variables, un valor que da indicios de un punto de equilibrio favorable.

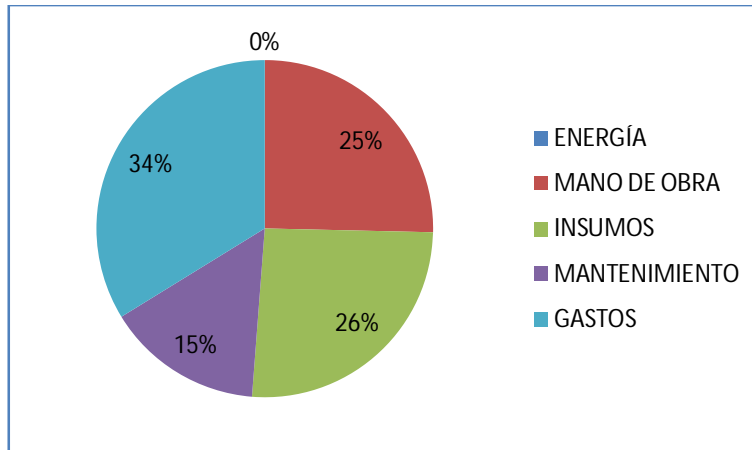


Figura 5.2 Estructura de costos de la planta de biogás

5.2.5 Presupuestos de Ingresos

Para esta siguiente fase se realiza una proyección a 5 años de los parámetros de producción con el fin de justificar los ingresos y su crecimiento.

Para actualizar la cantidad de residuos generada, se toma la tasa media anual de crecimiento de la región que es de 1.67% para los próximos 10 años, obtenida del Plan de Desarrollo Municipal del Puerto de Veracruz, y se utiliza el siguiente modelo:

$$\text{Generación de residuos año}_k = \text{Generación año}_{2011} (1 + \text{tasa})^{k-2011} \quad (5-2)$$

Por ejemplo para calcular la generación en el 2018:

$$\text{Generación de residuos año}_{2018} = 150(1 + 0.0167)^{2018-2011} = 168.438 \frac{\text{ton}}{\text{d}}$$

Para el cálculo de los materiales reciclables, se toma en cuenta que la materia prima llegará con un 5% de impurezas que se constituyen de los diferentes materiales en la misma proporción que los RSU, y las proyecciones de las cantidades para los siguientes años resultan de aplicar el modelo 5-2 a cada material presentado en la Tabla 4.20.

La demanda de tratamiento también crecerá a una tasa exponencial de 1.67%, ésto se reflejaría directamente en la producción, no así en los ingresos obtenidos por la venta de los productos debido al periodo de gracia y la política de precios que se establecerá para el proyecto.

Tabla 5.20 Crecimiento de la producción para los primeros 5 años de operación

DEMANDA DE TRATAMIENTO						
Año		2011	2012	2013	2014	2015
	ton/d	150	153	155	158	160
PRODUCCIÓN DIARIA						
Productos		2011	2012	2013	2014	2015
Plásticos	ton/d	0.62	0.63	0.65	0.66	0.67
Papel	ton/d	0.88	0.89	0.91	0.92	0.94
Cartón	ton/d	0.37	0.38	0.39	0.39	0.40
Tetrapack	ton/d	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Vidrio	ton/d	0.44	0.45	0.45	0.46	0.47
Aluminio	ton/d	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08
Metales	ton/d	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Gas CH₄ Vehicular	m ³ /d	2,129	2,164	2,200	2,237	2,274
Fertilizante	ton/d	18.17	18.47	18.78	19.10	19.41
tonCO₂e	tonCO ₂ e/d	72.01	73.21	74.44	75.68	76.94

El crecimiento en la producción de las diferentes áreas de la planta se deriva del crecimiento exponencial que tiene la generación de residuos. En la Tabla 5.21 se muestran los precios promedio de los principales materiales reciclables.

Tabla 5.21 Precios de los principales materiales reciclables (GTZ, 2006)

Material	% promedio en los RSU	Precio promedio anual (\$/kg)
Plásticos compactados	8.32	2.5
Papel en pacas	11.68	0.7
Cartón en pacas	4.98	0.8
Envase tetrapack en pacas	0.90	0.8
Vidrio molido	5.84	0.2
Aluminio compactado	0.99	8
Otros metales	1.16	1.5

Los ingresos por los materiales reciclables se obtienen multiplicando las cantidades de los diferentes materiales, que compondrían el 5% de 150 toneladas por día, por los precios promedio del mercado. El crecimiento que se refleja en la Figura 5.3 sólo se debe al crecimiento en la cantidad de residuos generados, no contempla un aumento en el precio de los materiales.

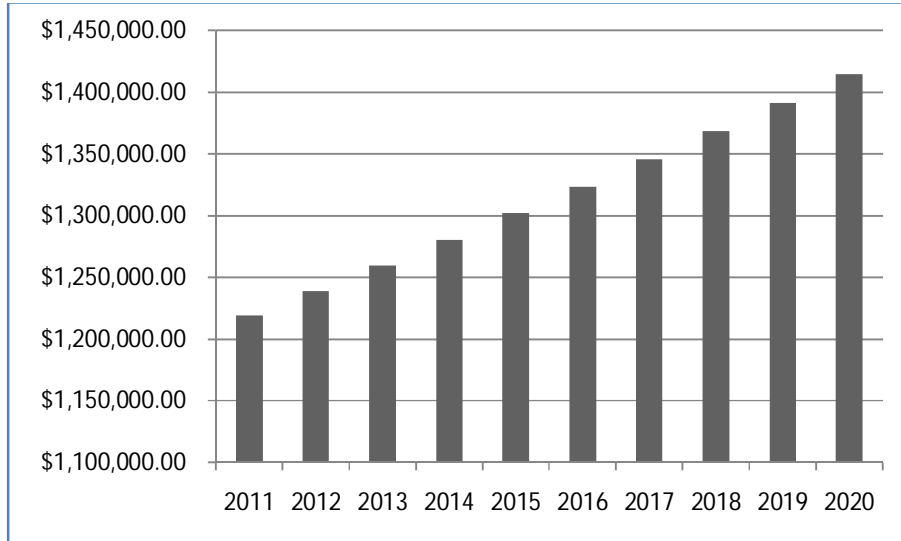


Figura 5.3 Ingresos promedio por la venta de reciclables

Los ingresos proyectados en la Figura 5.4 tienen, además de incluir la política de precios, dos componentes, el incremento en el precio de los hidrocarburos (representado de alguna manera en la Figura 5.5) y el incremento en el tipo de cambio (Figura 5.6), ésto produce el efecto exponencial en el crecimiento.

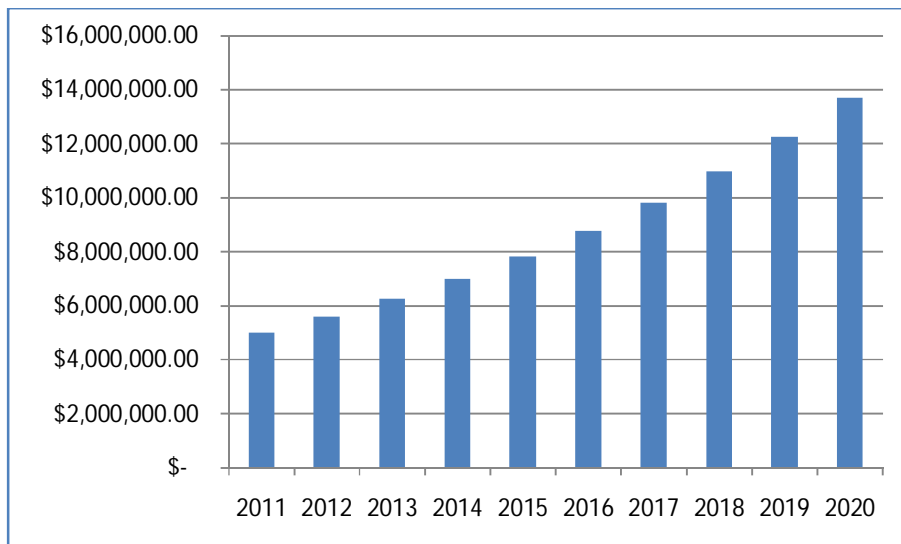


Figura 5.4 Ingresos por la venta de gas metano comprimido

La política de precios que se establece para el gas metano vehicular consiste en ofrecer un descuento constante del 25% con respecto al precio de la gasolina magna, que servirán

para que las personas puedan adquirir los equipos de conversión a través de financiamiento. La idea consiste en que las personas paguen lo mismo que si consumiesen gasolina y después de un periodo (en función del consumo) puedan disfrutar totalmente de los beneficios económicos del biocombustible. Se contempla que la difusión de los beneficios del gas comience al menos 3 meses antes del inicio de operaciones para que los ingresos se registren desde el primer día y no haya necesidad de quemar el purificado.

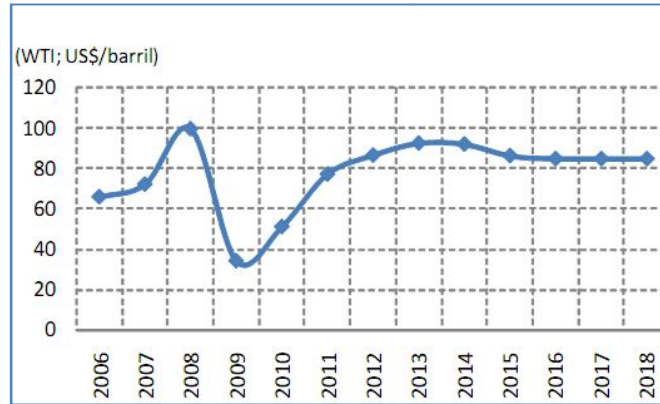


Figura 5.5 Incremento del precio del petróleo en los próximos años (SAGARPA, 2008)

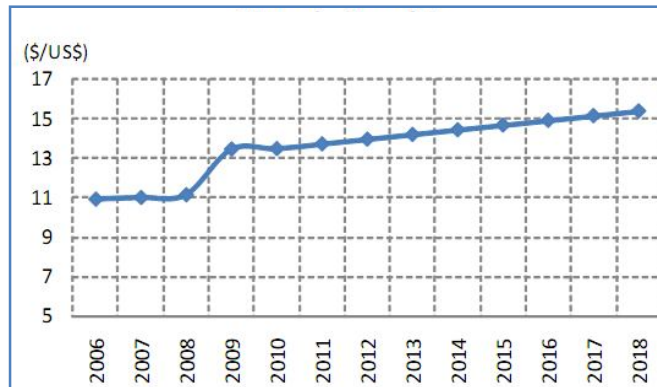


Figura 5.6 Tipo de cambio proyectado para los próximos años (SAGARPA, 2010)

Por lo que respecta al fertilizante se presenta la curva del incremento de precios que se proyecta para los años venideros en la Figura 5.7:

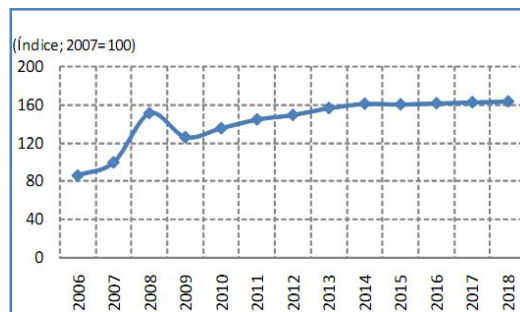


Figura 5.7 Incremento porcentual en el precio de los fertilizantes químicos (SAGARPA, 2010)

Después del pico que se observa en 2008, los fertilizantes químicos iniciaron una baja en el precio pero sólo hasta el año pasado, ya que este año algunos han casi alcanzado su valor máximo y se espera sigan creciendo debido a su íntima relación con el precio del petróleo. Como son importados en su mayoría, se espera que el tipo de cambio también afecte la volatilidad como se muestra en la Figura 5.8:



Figura 5.8 Ingresos por la venta de fertilizante

Debido al poco conocimiento de los fertilizantes orgánicos en el mercado, para el fertilizante se tiene contemplado un exhaustivo plan de promoción. A pesar de iniciar la difusión meses antes, se contempla un periodo de gracia de tres meses para iniciar con la facturación. El precio de lanzamiento será de \$3.5 por kilogramo, precio competitivo según lo mostrado por la Tabla 5.22, pero una parte de la producción se regalará como promoción mientras se cierran más contratos de compra.

Tabla 5.22 Precios de los principales abonos orgánicos (HD, 2011 y SAGARPA, 2009)

Producto	Descripción	Presentación	Precio	Precio unitario \$/kg
OrganoDel	Abono orgánico procesado inoculado con bacterias aeróbicas termofílicas. Elaborado con estiércol de aves, bovinos, residuos orgánicos y vegetales	Costales de 30 kg	\$125.00	4.20
NaturAbono	Mejorador de suelos, procedente de tratamiento aerobio termofílico de RSU.	Costales de 35/50 kg	\$160.00	4.50
Abono de borrego Nutrigarden	Procedente de digestión aerobia, desinfectado, desodorizado, enriquecido con microorganismos	Bolsas de 1/5/10/20 kg	\$75.00 5kg	15.00

Por ser un insumo, la demanda de fertilizante es dependiente, lo que significa que para determinar la tasa de crecimiento se debe referenciar al índice del sector agrícola. Afortunadamente en países de América Latina y el Caribe el crecimiento del sector agroalimentario es contra cíclico al PIB y la recesión (SAGARPA, 2008). En México es aún más acentuado y quiere decir que en temporadas de recesión, el sector responde más rápido que la economía mundial.

La agricultura orgánica es un nicho de mercado muy atractivo para productores de América Latina. Ha crecido a razón de 10.4% anual, existen 1.4 millones de agricultores certificados y las ventas se estiman en 50 millones de dólares por año (SAGARPA, 2007). En México, 50 de cada 100 Has sembradas a través de las técnicas orgánicas, producen café y somos el primer lugar en el mundo en producción de café orgánico.

Debido a este importante segmento de mercado, sus perspectivas de crecimiento y el plan de promoción, la meta de venta es de 1.67% mensual durante los primeros 24 periodos. Después de este periodo se puede esperar un crecimiento sostenido al mismo ritmo que el resto de la planta.

Una de las bondades financieras que puede tener este proyecto es la posibilidad de comercializar los Certificados de Reducción de Emisiones, cuyo precio ronda los €12.00, la tonelada equivalente de CO₂. Los ingresos generados por esta fuente son fijos mientras se cumpla con las metas y proyecciones del proyecto. Este cálculo se realizó en el punto 3.4.1 y se corrobora en la Figura 5.9.

Por ejemplo para el primer año se contabilizó que se reducirán 72 ton/d de CO₂ equivalentes por lo que los ingresos totales serán:

$$\text{Ingresos anuales venta de CERs} = 72 \frac{\text{ton CO}_2\text{e}}{\text{d}} \times \frac{365 \text{ d}}{\text{año}} \times 12 \frac{\text{€}}{\text{ton CO}_2\text{e}} \times \frac{16.7\$}{1\text{€}}$$

$$\text{Ingresos anuales por venta de CERs} = \$5,267,243.5$$

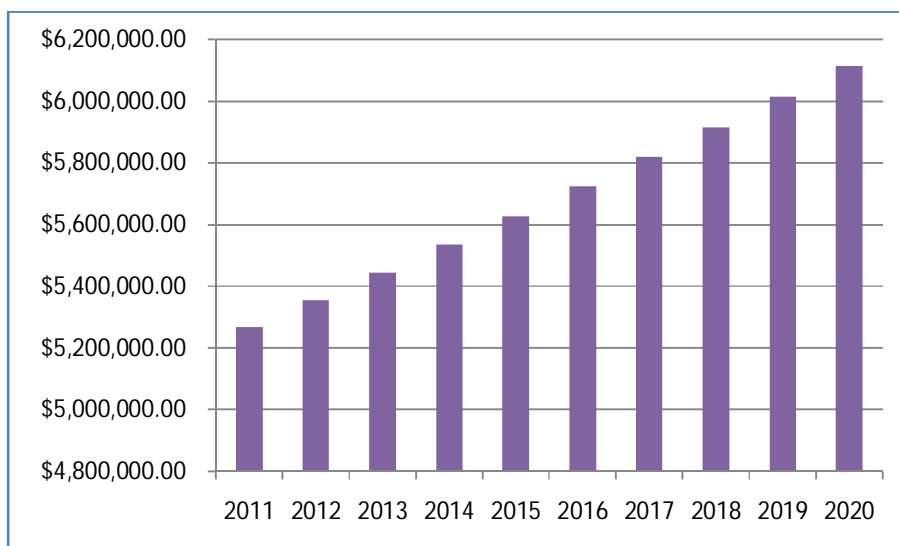


Figura 5.9 Ingreso por la venta de certificados de reducción de emisiones

La proyección de ingresos totales puede verse en la Figura 5.10.

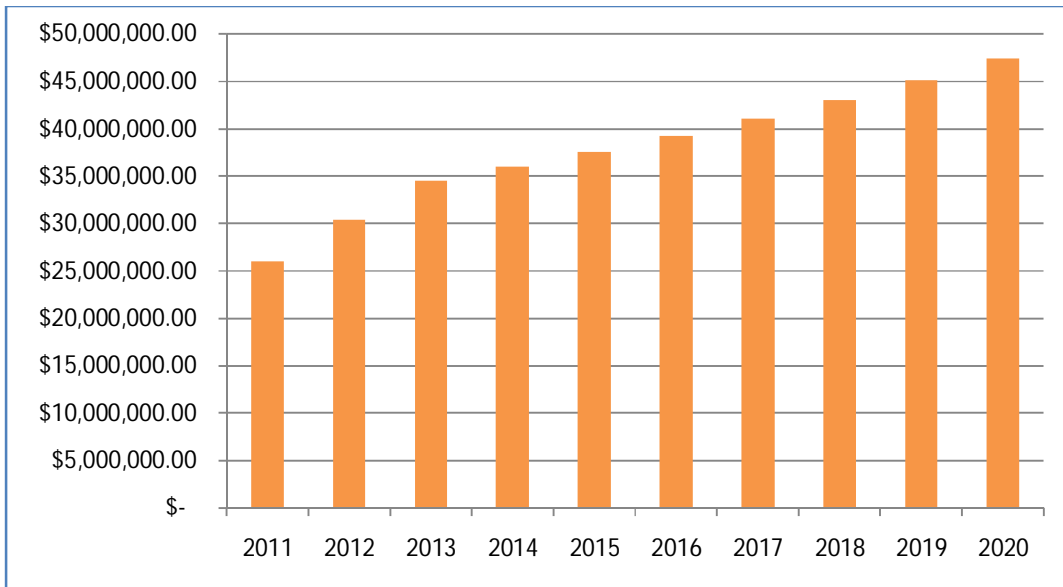


Figura 5.10 Ingresos totales generados por el proyecto

También se hace un análisis de la importancia que tienen las diversas fuentes de generación de ingresos para el proyecto. Más del 60% de la facturación provendría del fertilizante, mientras que los bonos de carbono contribuirían con el 9% (Figura 5.11). La venta del gas, a pesar de ser un producto estrella para el proyecto, no genera tantos ingresos. La estrategia es cambiar el uso del gas para la generación de energía para la planta, por alguna otra fuente renovable como la solar y así utilizar cada vez más para la sustitución de la gasolina, generando mayores bonos de carbono y aumentando su participación en la facturación.

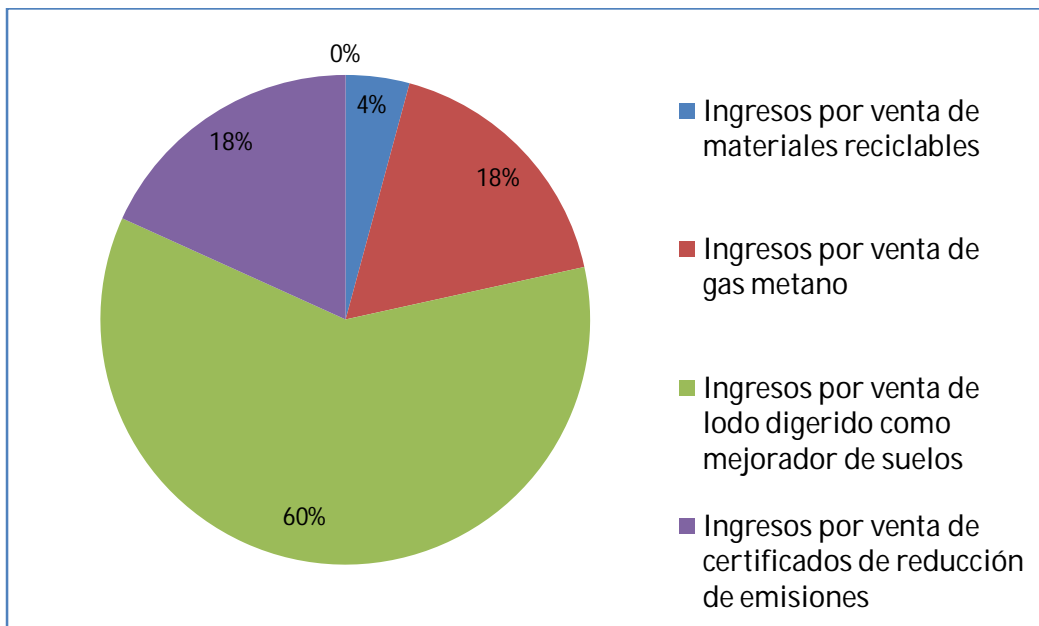


Figura 5.11 Generación de ingresos por tipo

5.2.6 Estado de resultados

La Tabla 5.23 presenta el estado de resultados del primer ciclo de operación de la planta de biogás, es decir, un resumen de la eficiencia con que aprovecharían los recursos provenientes de las ventas.

Tabla 5.23 Estado de resultados para el primer año de operación

ESTADO DE RESULTADOS	
Primer año	Expresado en miles de pesos
VENTAS	\$ 26,068.1
- Deducciones a las ventas	\$ -
+ Otros ingresos	\$ -
INGRESOS NETOS	\$ 26,068.1
Costo de lo vendido	
- Materiales	\$ 3,175.5
- Mano de obra	\$ 3,110.3
- Energía Eléctrica	\$ -
- Mantenimiento	\$ 1,838.4
- Depreciaciones, amortizaciones	\$ 19,326.7
UTILIDAD BRUTA	-\$ 1,382.8
- Gastos Administrativos	\$ 4,146.0
- Gastos de Venta	
- Gastos Financiero	
UTILIDAD ANTES ISR Y PTU	-\$ 5,528.8
- ISR(30%) Y PTU(10%)	-\$ 2,211.5
UTILIDAD DESPUÉS DE ISR Y PTU	-\$ 3,317.3

Las Figuras 5.12-5.15 explican de mejor forma como las utilidades van creciendo conforme la vida del proyecto. Es importante destacar que la ley del impuesto sobre la renta considera una tasa de depreciación del 100% para activos que se relacionen con la generación de energías renovables, lo que significa que es posible realizar los cargos por depreciación del 80% de los activos durante el primer año de operaciones, esto tiene un efecto que pareciera negativo (pero que no lo es) en la rentabilidad del proyecto. Si se considera una tasa de 30% de depreciación para estos activos, los tres primeros años no se obtienen utilidades, pero el efecto solamente es contable, ya que en realidad el efectivo no sale de la compañía, incluso favorece el periodo de recuperación de la inversión y el análisis TIR que se muestra a continuación.

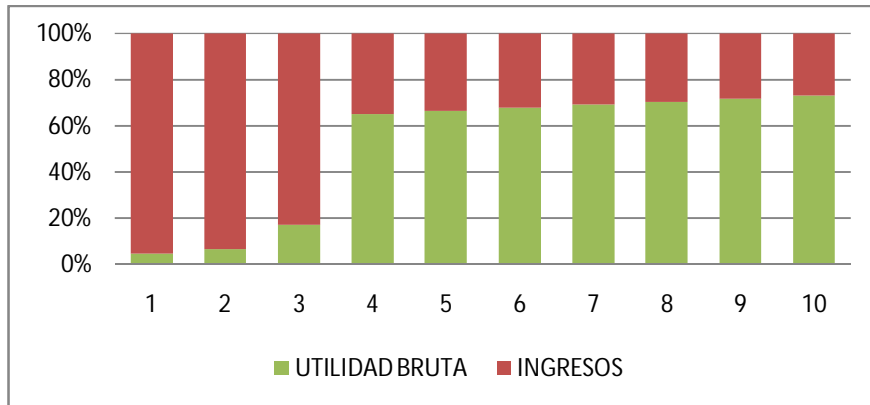


Figura 5.12 Porcentaje que representa la utilidad bruta

La utilidad bruta para los últimos 6 años del análisis sobrepasa el 50%, lo que habla de un buen manejo de los recursos y alta eficiencia de conversión de inversión en utilidades.

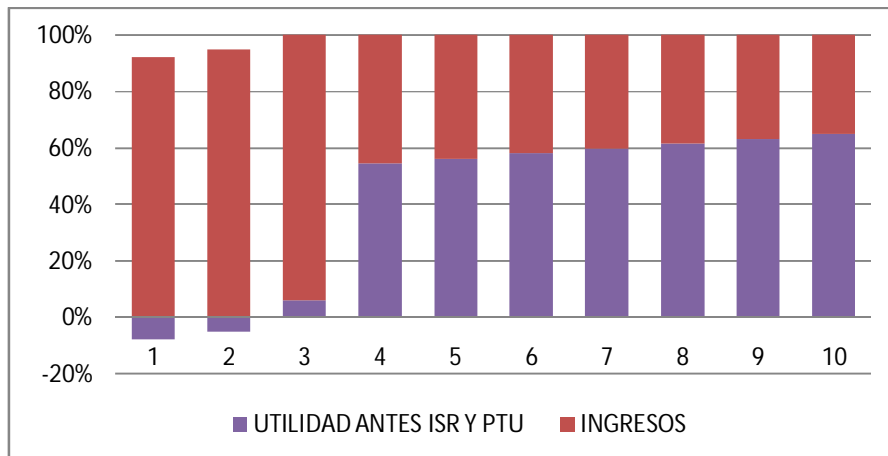


Figura 5.13 Porcentaje que representa la utilidad antes de impuestos

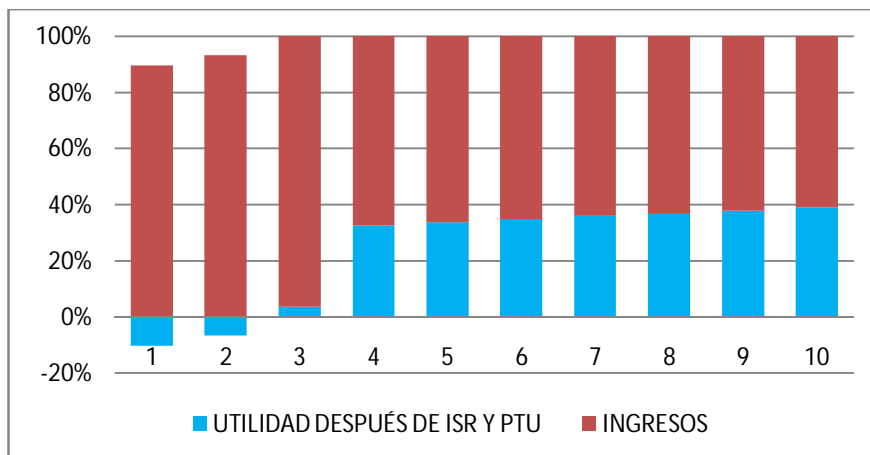


Figura 5.14 Porcentaje que representa la utilidad neta

5.2.7 Tasa interna de retorno (TIR)

Como se ha mencionado antes, la depreciación representa un costo ficticio, de hecho se considera un flujo positivo para el proyecto como se ve en las Tablas 5.24 y 5.25, además de la reducción de la carga fiscal por la reducción de la base grabable para ISR y RUT. En este punto lo que se evalúa es en realidad el dinero que entra o sale de la empresa a lo largo del tiempo, es por esto que la TIR es una medida de rentabilidad mucho más efectiva que los índices de rentabilidad del estado de resultados. Además una buena planeación fiscal puede reducir en gran medida los impuestos a pagar presentando resultados muy bajos o incluso negativos, lo que hace completamente estéril la medida de utilidades netas en la eficiencia de la empresa.

La columna flujo neto de efectivo de las Tablas 5.24-5.25 se compone de las utilidades netas más la depreciación y es la base para el cálculo de la TIR. Este cálculo es un camino de iteraciones, trayendo los flujos de efectivo en cualquier periodo del tiempo al presente, a través de una tasa de interés, y posteriormente sumándolos para comprobar que son igual a cero. En este caso, se ha utilizado la herramienta automática de Microsoft Excel® para facilitar los cálculos y el resultado se presenta a continuación:

$$TIR = 33\%$$

Tabla 5.24 Primera parte del estado de flujo de efectivo

AÑO	Inversión		Ventas anuales	Costos			Flujo de efectivo antes ISR y RUT
	Fija+dif	CT		Variables.	Fijos	Finan	
	mil\$/año	mil\$/año	mil\$/año	mil\$/año	mil\$/año	mil\$/año	mil\$/año
0	-\$ 71,966.18	-\$ 5,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 76,966.18
1	\$ -	\$ -	\$ 26,068.10	-\$ 8,124.26	-\$ 4,146.00	\$ -	\$ 13,797.84
2	\$ -	\$ -	\$ 30,411.80	-\$ 11,687.18	-\$ 4,146.00	\$ -	\$ 14,578.62
3	\$ -	\$ -	\$ 34,513.43	-\$ 11,687.18	-\$ 4,146.00	\$ -	\$ 18,680.25
4	-\$ 448.60	\$ -	\$ 35,975.88	-\$ 11,687.18	-\$ 4,146.00	\$ -	\$ 19,694.10
5	-\$ 4,140.00	\$ -	\$ 37,544.86	-\$ 11,687.18	-\$ 4,146.00	\$ -	\$ 17,571.68
6	\$ -	\$ -	\$ 39,231.26	-\$ 11,687.18	-\$ 4,146.00	\$ -	\$ 23,398.08
7	\$ -	\$ -	\$ 41,047.22	-\$ 11,687.18	-\$ 4,146.00	\$ -	\$ 25,214.04
8	-\$ 448.60	\$ -	\$ 43,006.26	-\$ 11,687.18	-\$ 4,146.00	\$ -	\$ 26,724.48
9	-\$ 4,140.00	\$ -	\$ 45,123.44	-\$ 11,687.18	-\$ 4,146.00	\$ -	\$ 25,150.26
10	\$ 3,702.56	\$ 5,000.00	\$ 47,415.58	-\$ 11,687.18	-\$ 4,146.00	\$ -	\$ 40,284.96

En la Figura 5.15 se muestran los flujos de efectivo que fueron calculados en las Tablas 4.24-4.25. Estos flujos ya están descontados con una TMRA que es el siguiente punto a tratar.

Tabla 5.25 Segunda parte del estado de flujo de efectivo

AÑO		Ingreso Grabable	Impuestos	Flujo de efectivo despues ISR y RUT	Flujo Neto de Efectivo	VPN	Acumulado
	Depreciación						
	mi\$/año	mi\$/año	mi\$/año	mi\$/año	mi\$/año	mi\$/año	mi\$/año
0	\$ -	\$ -	\$ -	-\$ 76,966.18	-\$ 76,966.18	-\$ 76,966.18	-\$ 76,966.18
1	-\$ 19,326.67	\$ -	\$ -	\$ 13,797.84	\$ 33,124.51	\$ 26,499.61	-\$ 50,466.58
2	-\$ 19,326.67	\$ -	\$ -	\$ 14,578.62	\$ 33,905.29	\$ 21,699.39	-\$ 28,767.19
3	-\$ 19,326.67	\$ -	\$ -	\$ 18,680.25	\$ 38,006.92	\$ 19,459.54	-\$ 9,307.65
4	-\$ 1,959.52	\$ 17,734.58	-\$ 7,093.83	\$ 10,640.75	\$ 12,600.27	\$ 5,161.07	-\$ 4,146.58
5	-\$ 1,959.52	\$ 15,612.16	-\$ 6,244.86	\$ 9,367.30	\$ 11,326.81	\$ 3,711.57	-\$ 435.01
6	-\$ 1,959.52	\$ 21,438.57	-\$ 8,575.43	\$ 12,863.14	\$ 14,822.66	\$ 3,885.67	\$ 3,450.66
7	-\$ 1,959.52	\$ 23,254.53	-\$ 9,301.81	\$ 13,952.72	\$ 15,912.23	\$ 3,337.04	\$ 6,787.70
8	-\$ 1,959.52	\$ 24,764.96	-\$ 9,905.98	\$ 14,858.98	\$ 16,818.49	\$ 2,821.67	\$ 9,609.38
9	-\$ 1,959.52	\$ 23,190.74	-\$ 9,276.30	\$ 13,914.45	\$ 15,873.96	\$ 2,130.57	\$ 11,739.94
10	-\$ 1,959.52	\$ 38,325.44	-\$ 15,330.18	\$ 22,995.27	\$ 24,954.78	\$ 2,679.50	\$ 14,419.44

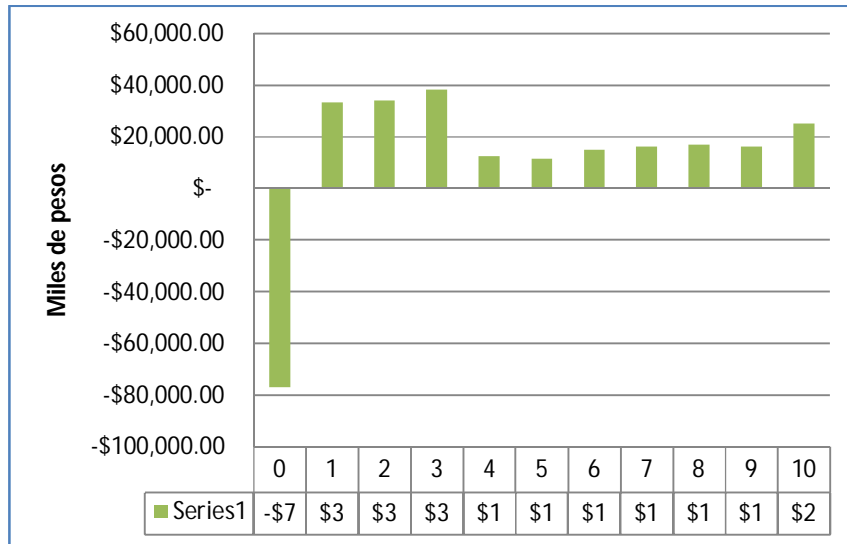


Figura 5.15 Flujos netos de efectivo del proyecto

5.2.8 Tasa mínima de rendimiento atractiva (TMRA)

En México la *tasa de interés interbancario de equilibrio* TIIE es de 4.9% desde el 2009 y se espera siga rondando el 5% en los próximos años, mientras que la tasa de cetes a 336 días es de 4.85%. Los bonos de tasa fija a 10 años entregan un rendimiento de 7.16% y la tasa de inflación publicada por el Banco de México se ha mantenido por debajo del 5% en los últimos años. Aún con la desaceleración de la economía, se espera que la inflación para los siguientes 5 años se mantenga en 3%, como era la meta del Banco Central, con un intervalo de confianza de $\pm 1\%$.

Al empezar a estructurar la capitalización del proyecto no se cuenta con una limitación en el porcentaje y costo de las diferentes fuentes de financiamiento, de hecho se tiene que proponer y para eso se presenta la Tabla 5.26.

Una fuente de financiamiento muy adecuada para el proyecto es BANOBRAS, debido a que cuenta con un fondo específico para infraestructura y más aún para el manejo integral de los RSU, y dado que el proyecto está alineado al plan de desarrollo del municipio, será la primera fuente de la que se puede apoyar. Para poder sumar a FONADIN al proyecto, se ofrecería tomar parte de las acciones de la empresa, es decir, para un monto de 49% de la inversión total, esta institución se llevaría el mismo porcentaje en participación de utilidades. Ésta es la fuente de financiamiento más cara para el proyecto pero su capital es indispensable para que otras instituciones, como los bancos de desarrollo, se interesen en el proyecto. Al ser FONADIN una institución federal, es necesario que el municipio apoye el proyecto, por ejemplo a través de la creación de un fideicomiso, y es un objetivo alcanzable gracias a la reducción de 150 toneladas diarias de residuos sin la necesidad de que aporten efectivo y afecten su presupuesto, además de que no se cobraría por este servicio.

Tabla 5.26 Determinación del costo de capital esperado para el proyecto

Cálculo del CPPC					
Institución	Tipo de financiamiento	Costo de financiamiento	% esperado de financiamiento	Ponderación	
BANOBRAS (FONADIN)	Capital riesgo	20%	49%	9.8%	
BEI	Bonos de deuda	10%	40%	4.0%	
Banca de desarrollo x	Bonos de deuda	15%	11%	1.7%	
			TOTAL	15.5%	

Las bancas de desarrollo como el Banco Europeo de Inversión y BANOBRAS fijan sus programas de pago con respecto a los plazos, los flujos de efectivo generados por el proyecto, el tipo de garantías que se presenten, el riesgo comercial, el grado de innovación y TIIE prevaeciente en la región. Por ejemplo, el BEI cobra una tasa de 5 puntos por encima de la TIIE.

Entonces, la TMRA debe incluir el CPPC (15.5%), un aumento por la inflación (4.5%) y otro tanto más por las condiciones de riesgo que se puedan presentar (5%). En este caso se fijará en 25% y como la TIR resultante fue de 33% es válido decir que el proyecto es una alternativa de inversión rentable. Comparando el proyecto con una inversión en CETES, donde la tasa de rendimiento a 28 días es de min 4.24%-max 4.63%, se puede decir que es una alternativa mucho más atractiva.

5.2.9 Valor presente neto (VPN)

En la penúltima columna de la Tabla 4.25, se muestra el valor de los flujos descontados a valor presente para cada uno de los flujos netos de efectivo que genera el proyecto en los 10 años de evaluación. Al final la suma es de:

$$VPN = \$14,419,440.00 \text{ MXP}$$

Ésto quiere decir que el proyecto supera las expectativas de la TMRA, y se puede verificar puesto que la TIR es mayor.

5.2.10 Periodo de recuperación de la inversión

En la última columna de la Tabla 4.25 se tiene el cálculo de la acumulación neta de efectivo. Lo más recomendable es realizar el cálculo con base en los flujos de efectivo descontados a valor presente, ya que ésta es la medida real de la efectividad del proyecto.

Para estimar un periodo más exacto se grafican los flujos acumulados y se determinan los periodos extremos entre los que se encuentra el cero. Dependiendo del tipo de curva que describa mejor al proyecto se puede o no utilizar una interpolación lineal o exponencial. Para este proyecto se puede considerar una variación lineal como se ve en la Figura 5.16.

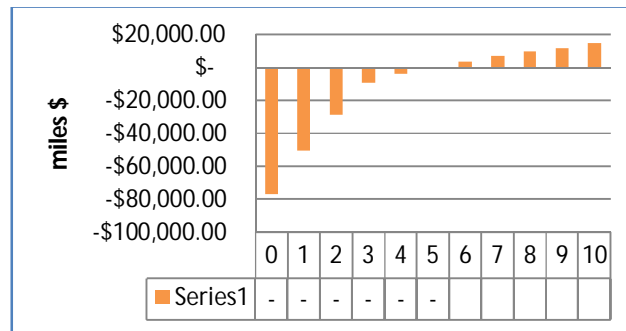


Figura 5.16 Flujo neto acumulado a valor presente

Entonces el cálculo del periodo de recuperación se realiza entre el año 5 y 6 con el siguiente modelo:

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{-S_t}{S_{t+1}-S_t} + t \quad (4-3)$$

Donde: S_t = flujo de efectivo en el extremo anterior

S_{t+1} = flujo de efectivo en el extremo posterior

t = periodo

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{-(435.01)}{3450.66 - (-435.01)} + 5$$

$$\text{Periodo de recuperación} = 5.11 \text{ años} = 5 \text{ años con un mes}$$

5.2.11 Índice beneficio-costo

Un beneficio económico muy importante para el municipio es el de la reducción de las toneladas de residuos que llegarían a relleno sanitario. En México, la disposición correcta de una tonelada de residuos sólidos urbanos no peligrosos cuesta a los municipios entre \$120 y \$150, en promedio \$135 por lo que la reducción anual de 54, 750 ton por la implementación del proyecto representa \$7, 391, 250.00 MXP como beneficio municipal directo. Si se trasladan a valor presente estos nuevos flujos de efectivo, se suman y se

añaden a los VPN generados por la operación del proyecto, es posible calcular el índice B/C de la siguiente manera:

$$I_{B/C} = \frac{\$26,390,000.00 + \$91,385,630.00}{\$76,966,180.00} = 1.53$$

Como el índice B/C es mayor que 1, el proyecto debe ser emprendido y puede ser presentado ante el municipio para obtener el apoyo político y legal del mismo.

5.3 Pre-factibilidad ambiental

5.3.1 Reducción de emisión de gases de efecto invernadero

La tabla 5.27 muestra el resumen de los cálculos que se realizaron de acuerdo a la metodología para contabilizar la reducción de las emisiones contaminantes en términos de CO₂ equivalentes.

Tabla 5.27 Datos para la presentación del proyecto MDL

Parámetro	Cantidad	Unidades
Producción diaria de biogás	8,100.00	Nm ³ /d
Producción diaria de metano	4,860.00	Nm ³ /d
	3.47	ton/d
Densidad metano	0.714	kg/m ³
Peso molecular metano	16	g/mol
Moles producidas metano	216,877.50	Mol/d
Contribución en ton CO₂ equivalente	72.87	ton CO₂ e/d
Producción diaria de CO ₂ digestión	2,430.00	Nm ³ /d
	3.79	ton/d
Densidad CO ₂	1.56	kg/m ³
Peso molecular CO ₂	44	g/mol
Moles producidas de CO ₂	86,154.55	Mol
Contribución en ton CO₂ e	3.79	ton CO₂ e/d
Equivalencia gasolina-metano	1.13	L/m ³
Metano quemado en coches	2,128.35	Nm ³ /d
Litros de gasolina quemados actualmente	2,405.04	Nm ³ /d
Emisión de CO ₂ por litro de gasolina	2.032	kgCO ₂ /L
Emisión actual CO₂ por gasolina	4.89	ton CO₂ e/d
Contribución total de CO₂ sin proyecto	81.55	ton CO₂ e/d
Consumo metano en cogeneración	2,731.65	Nm ³ /d
	1.95	ton/d
Moles CH ₄ que se queman	121,899.67	Mol
Contribución en ton CO₂ equivalente	5.36	ton CO₂ e/d
Metano quemado en coches	2,128.35	Nm ³ /d
	1.52	ton/d
Moles CH ₄ que se queman	94,977.83	Mol
Contribución en ton CO₂ equivalente	4.18	ton CO₂ e/d
Contribución total de CO₂ con proyecto	9.54	ton CO₂ e/d
Ahorro total por la implementación	72.01	ton CO₂ e/d

5.3.2 Reducción de la contaminación de mantos freáticos

La contaminación de los mantos de aguas superficiales puede ocurrir por fuentes no puntuales y por fuentes puntuales.

La principal fuente no puntual de contaminación del agua es la agricultura. Los agricultores hacen que las aguas superficiales no sean vertederos de fertilizantes y disminuir su infiltración a los mantos acuíferos, no utilizando cantidades excesivas de fertilizantes químicos en tierras planas y evitar usarlos en las laderas o haciendo el cambio a fertilizantes orgánicos y alternar así la siembra de plantas fijadoras de nitrógeno. Los agricultores también deben tener zonas separadoras con vegetación permanente entre los campos cultivados y el agua superficial cercana a los sembradíos.

Los agricultores pueden reducir el empleo de plaguicidas y fertilizantes químicos utilizando métodos biológicos y fertilizantes orgánicos para el control de las plagas. También se debe reducir drásticamente el uso de éstos en los campos deportivos y jardines.

La desviación del escurrimiento de los desechos de los animales a estanques de retención, permitiría que esta agua rica en nutrientes sea bombeada y aplicada como fertilizante en tierras de cultivo y en bosques. Las aguas negras y los desechos industriales arrastrados por el agua de fuentes puntuales no son tratados, en la mayoría de los países subdesarrollados y en algunos países desarrollados.

De acuerdo con las autoridades ecológicas, sólo 22% del agua residual de uso doméstico y 15% del agua desechada por la industria reciben algún tratamiento para su recuperación, el resto se vierte en los cuerpos de agua.

Ante una situación tan grave, la contaminación puede convertirse en un problema de salud pública y de viabilidad para la sobrevivencia y las actividades humanas. Resulta fundamental llevar a cabo una serie de medidas para su protección, entre las cuales destacan: Manejo de las aguas residuales, evitar la perforación de nuevos pozos si no es absolutamente indispensable, controlar el uso de fertilizantes y herbicidas y, evidentemente, establecer normas más rígidas para las actividades industriales y petroleras.

El principal contaminante es la lixiviación, que se produce en los basureros, este líquido se filtra hasta los mantos freáticos y los contamina, los desechos industriales de algunas fabricas que son, llevados y desechados en los ríos y mares. Por ello los digestores que se plantean captarán éstos lixiviados al 100% y no habrá contaminación del subsuelo, aguas y por consecuencia los mantos freáticos.

5.3.3 Agua de riego

Las prácticas de riego son las más directamente controladas por el hombre, están orientadas al manejo racional del agua, del suelo y del cultivo, teniendo como objetivo final la obtención de rendimientos económicamente rentables sin deterioro de los mismos. Por ello se menciona el otro beneficio de utilizar los reactores anaerobios, ya que se obtendrán grandes cantidades de agua gris como subproducto del sistema, ideal para utilizar como agua de riego.

El agua se puede utilizar directamente en el paisaje para el riego de árboles frutales y pastizales. El agua no es portador de bacterias patógenas, la materia orgánica y los restos de los alimentos que se encuentran en el agua aportan nutrientes para plantas y cultivos. (Ludwig, 2000).

5.3.4 Reducción de riesgos sanitarios

El riesgo sanitario estima el peligro para un humano expuesto a sustancias presentes, como por ejemplo los lixiviados que es la sustancia más peligrosa que se genera por los desechos orgánicos, que en el caso de este tratamiento se elimina por completo.

Un análisis de riesgo estima el potencial de peligro para un receptor humano a partir de la exposición a una sustancia química presente en el ambiente.

La implementación del sistema de digestión anaerobia ayuda drásticamente a la reducción de riesgos sanitarios por eliminar en su totalidad los lixiviados que dañan al medio ambiente y por consecuencia al receptor humano. (Di Mauro y col., 2000)

5.3.5 Reciclaje

El reciclaje es la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos.

En el sistema anaerobio se obtendrá fertilizante a partir de todos los desechos por lo que es un excelente reciclado de algo que ya no se iba a utilizar.

Por otra parte todos los materiales inorgánicos que no se meten al sistema anaerobio, si son bien separado se pueden reciclar en su totalidad.

5.4 Pre-factibilidad Social

La factibilidad social busca satisfacer las necesidades humanas materiales, se analiza la población afectada, sus impactos y su relación con las variables económicas de una región, por ejemplo: Empleo generado, contribución al PIB, relación con el plan de desarrollo, entre otras. Es importante evaluar estas variables, ya que el proyecto puede tener restricciones respecto a políticas económicas.

5.4.1 Beneficios Sociales

Los beneficios sociales son las prestaciones no en metálico, no retributivas, ni acumulables o reemplazables por dinero que el empresario ofrece al trabajador de forma directa, o a través de un tercero, con la finalidad de mejorar la calidad de vida del empleado o de las personas a su cargo.

Para entender bien el significado de beneficio social hay que entender la frase "dejar de morir en sociedad para comenzar a vivir en comunidad". Esto dice que en la sociedad hay que ayudarse entre unos y otros para vivir en armonía, hay que aportar a la sociedad para mejorar y la planta que en éste estudio se presenta está planeada para un bien social, para ayudar al prójimo y mejorar la calidad de vida. Además del incremento en la fuente de empleos, se obtendrá el beneficio social en la mitigación de contaminantes y la consecuente disminución de enfermedades, así como una menor contaminación visual.