



Methane to Markets

***Estudio de Prefactibilidad
Parque Ambiental “Villa Karina”
Quindío, Colombia***

ÍNDICE

- 1. MARCO BASE DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS;**
- 2. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGÁS;**
- 3. DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE CAPTURA Y APROVECHAMIENTO;**
- 4. COSTOS Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.**

1. MARCO BASE DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Condiciones en Colombia

Según la población conciliada en 2005, Colombia cuenta con 42.888.592 habitantes distribuidos en todo el país, los cuales produjeron en 2007, cerca de 28.800 toneladas de residuos al día (Generando Per Capita 0,67 Kg/Habitante), que son dispuestas en 1,139 sitios de disposición final distribuidos en: rellenos sanitarios, manejo integral, botaderos a cielo abierto, enterramientos, cuerpos de agua e incineración de residuos.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas – DANE, Censo 2005
Presentación LINEAMIENTOS DE POLITICA DE RESIDUOS SÓLIDOS del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Marzo de 2008

Condiciones Actuales

Actualmente el sitio de disposición final es propiedad de la empresa Multiproposito, la cual presta también el servicio público de aseo y recolección de residuos para el municipio de Calarca.

- Año de inicio de operaciones: 2003
- Área de disposición: 23,000 m³
- Disposición anual: 10.728 ton
- Disposición Actual: 243.505 ton
- Año de cierre: 2023
- Disposición proyectada: 432.740 ton

Ubicación del sitio



Ubicación geográfica

En el predio denominado “Parque Ambiental Villa Karina”, se encuentra ubicado en área jurisdicción del municipio de Calarca, vereda Chaguala, departamento del Quindío, Colombia.

El casco urbano se encuentra ubicado a cinco (5) kilómetros, a los 4° 33' 0,6" de latitud norte y a los 75° 39' 00" de longitud oeste.

Meteorología

La temperatura media de 22°C, una humedad de 80,91%, la distribución anual de la precipitación presenta un comportamiento bimodal con máximos en los meses de Mayo y Octubre y mínimos en Junio y Julio, la precipitación media mensual es de 230,91 mm, en promedio llueve 15 días del mes y se tiene 148 horas de brillo solar en promedio mes.

Fuente: Estación aeropuerto ARMENIA y pluviometría del relleno sanitario sumistrado por Multiposito.

Demografía

Desde su apertura en 2003 hasta el 2006 el relleno recibió los residuos de los municipios de Armenia con 500.032 habitantes y de Calarca con 98.898 habitantes. A partir de 2007 solo dispone los residuos del municipio de Calaraca.

Diseño y Construcción

El diseño del sitio de disposición final utiliza el método combinado de Trinchera y Área para obtener un mejor aprovechamiento del terreno del material de cobertura y rendimientos en la operación.

El recubrimiento inferior del relleno sanitario está compuesto por una geomembrana HDPE con espesor de 60 mils, colocada sobre un estrato arcilloso. Posteriormente se construyeron los filtros sobre la geomembrana, y se protege la membrana con una capa de arena.

Operación (1)

Los residuos que descargan los vehículos recolectores se disponen mediante buldozer. Se riegan para conformar la celda, se compacta en capas promedio de 1 m, se adiciona cal manualmente para control de olores y se cubren una vez terminada las celdas del día con suelo de la zona mediante compactación manual. Se conforman las celdas dando las pendientes para facilitar el flujo de agua.

Adicionalmente se construyen cada cinco metros de altura, filtros para drenaje de lixiviados y cada veinte metros chimeneas de desfogue de gases, formando un sistema interconectado que facilite la evacuación de lixiviados y gases.



Operación (2)

Las aguas lluvias son recolectadas en un canal perimetral, mientras que el lixiviado es conducido a las lagunas de tratamiento de lixiviado, las cuales poseen un canal de entrada, rejas de cribado, en las que se retienen basuras (plástico, papeles, etc.), materiales que son arrastrados por las tuberías.

El lixiviado se re-circula nuevamente hacia un tanque en la parte alta para que por gravedad pueda ser regado con manguera.



Comprador del biogás

En la parte posterior del sitio, existe una empresa de procesamientos que utilizan para sus operaciones cotidianas gas, por lo que es un posible comprador del biogás extraído del sitio.



2. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGÁS

Características de los residuos sólidos

Categoría	Peso total (kg)	Peso promedio total (kg.)	% Promedio
Residuos de comida	531,75	132,94	44,06
Residuos de jardín	56,38	14,09	4,67
Productos de papel	20,88	5,22	1,73
Productos de cartón	32,17	8,04	2,67
Plástico (bolsas, empaques)	106,78	26,69	8,85
Plástico (soplado, envases, pasta)	58,17	14,54	4,82
Caucho y cuero	30,33	7,58	2,51
Textiles	117,18	29,29	9,71
Madera	49,05	12,26	4,06
Productos metálicos (ferrosos y no ferrosos)	14,62	3,65	1,21
Vidrio	50,13	12,53	4,15
Productos cerámicos cenizas, rocas y escombros	4,58	1,15	0,38
Huesos	2,03	0,51	0,17
Residuos de higiénicos	114,75	28,69	9,51
Otros	18,16	4,54	1,50
TOTAL	1.206,92	301,73	100,00

Disposición histórica y proyectada

Año	Ton/ año	Año	Ton/ año	Año	Ton/ año
2003	29.200	*2010	11.162	*2017	12.821
2004	65.522	*2011	11.385	*2018	13.078
2005	71.504	*2012	11.613	*2019	13.339
2006	56.035	*2013	11.845	*2020	13.606
2007	10.516	*2014	12.082	*2021	13.878
2008	10.728	*2015	12.323	*2022	14.156
*2009	10.943	*2016	12.570	*2023	14.439

432.744 Toneladas totales de residuos sólidos

Modelos predictivos de generación de biogás

Se realizó la estimación de emisiones y proyección de recuperación de biogás con 3 modelos: Mexicano, Centroamericano y el utilizado en la Metodología AM0025 “Herramienta para determinar emisiones de metano evitadas por disponer residuos en un sitio de disposición de residuos sólidos” versión 2 para proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio. Con el fin de escoger el más adecuado para realizar los cálculos del sistema de aprovechamiento del biogás y sus costos.

Cada uno de ellos es una aproximación contextual al entorno geográfico y climático, y con sus resultados se logran resultados predictivos correctos de orden de magnitud.

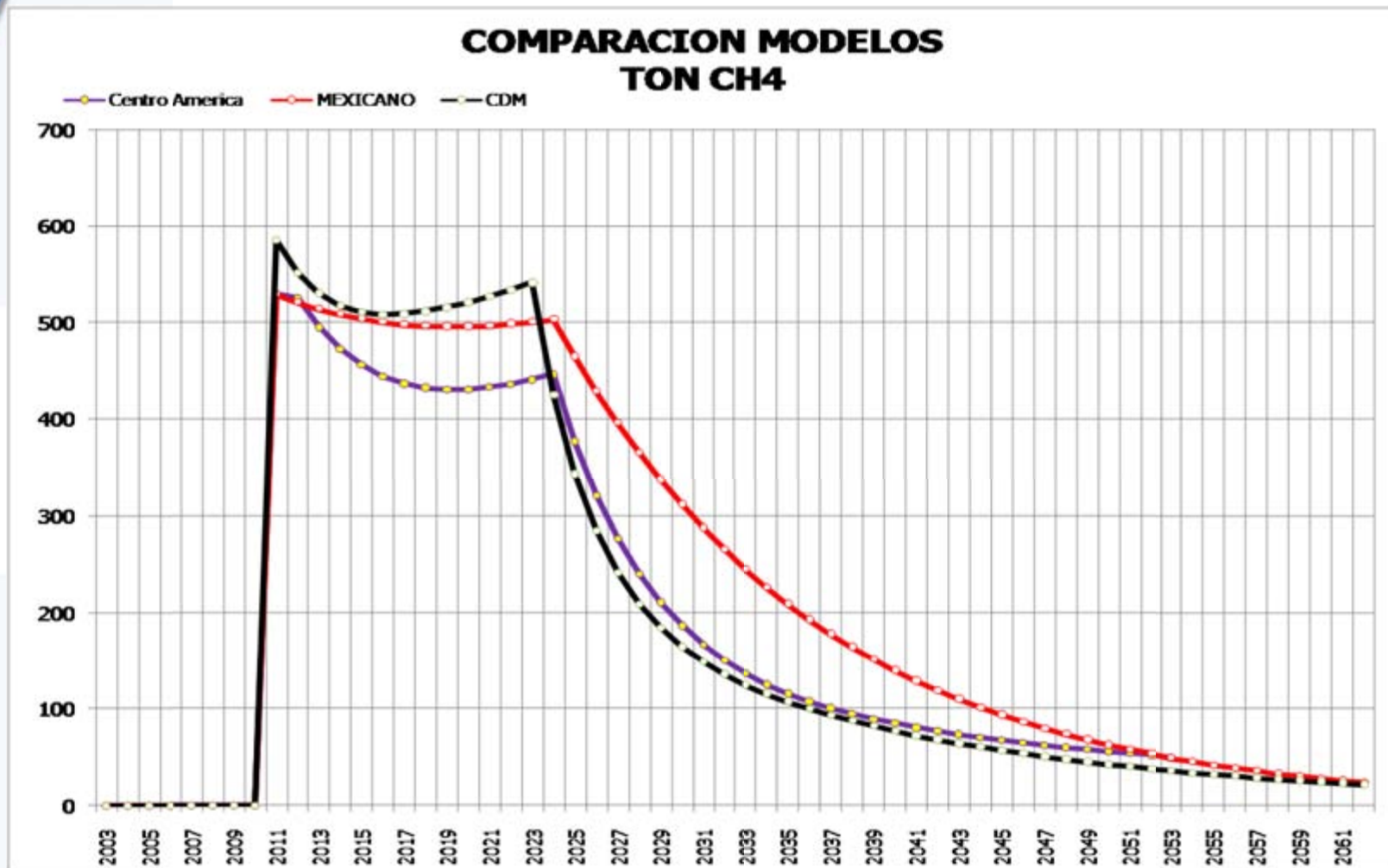
Consideraciones (1)

- Se tomó 30% como eficiencia de conversión de CH₄ a KW.
- Se tomó el poder calorífico del gas natural de la guajira reportado por la UPME, que tiene un contenido de metano del 97,76% de CH₄, obteniendo un poder calorífico de 38.517.440 J/m³.
- 20% del año se estima para mantenimiento del sistema de aprovechamiento
- Se tomó 21 años como tiempo de acreditación, sólo una de las tres opciones del Protocolo de Kyoto.
- Se tomó US\$ 10/ton eq. de CO₂ como precio de venta de los CERs

Consideraciones (2)

- Índice de Generación de Metano (k): calculado automáticamente basado en la precipitación anual promedio.
- Generación Potencial de Metano (L0): ajustado para México y Centroamérica teniendo en cuenta contenido orgánico y el contenido de humedad del RSU en cuestión, con los valores de referencia de Estados Unidos.
- Se estima que se colectara el biogás durante 30 años más a partir del año de clausura.
- El biogás que se genera contiene 50% de CH₄, y de este CH₄ total, se recolecta el 60%, que es la cantidad para continuar con el cálculo de toneladas, KW y toneladas de CO₂ equivalente y acreditable para proyectos MDL.

Resultados comparativos



Proyecciones de biogás

Año	Generación de Biogás	Eficiencia del Sistema de Recolección	Recuperación de Biogás del Sistema planteado	Capacidad Máxima de la Planta de Energía	Estimados de Reducción en Emisiones de Metano	
	(m3/hr)	(%)	(m3/hr)	(MW)	(ton CH4/año)	(tonCO2eq/año)
2011	277.79	0.65	180.57	0.30	529.89	11,127.69
2012	258.07	0.65	167.75	0.28	526.07	11,047.53
2013	243.13	0.65	158.04	0.26	495.61	10,407.85
2014	232.00	0.65	150.80	0.25	472.92	9,931.18
2015	223.91	0.65	145.54	0.24	456.43	9,584.98
2016	218.25	0.65	141.86	0.23	444.90	9,342.86
2017	214.55	0.65	139.46	0.23	437.34	9,184.19
2018	212.41	0.65	138.06	0.23	432.98	9,092.54
2019	211.52	0.65	137.49	0.23	431.18	9,054.85
2020	211.66	0.65	137.58	0.23	431.46	9,060.75
2021	212.63	0.65	138.21	0.23	433.43	9,102.04
2022	214.27	0.65	139.27	0.23	436.77	9,172.20
2023	216.46	0.65	140.70	0.23	441.24	9,266.06
2024	219.11	0.65	142.42	0.24	446.65	9,379.55
2025	185.14	0.65	120.34	0.20	377.41	7,925.58
2026	157.80	0.65	102.57	0.17	321.67	6,754.99

3. DISEÑO CONCEPTUAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTURA Y APROVECHAMIENTO

Desarrollo de proyectos de captura y aprovechamiento de metano



Potencial de Generación Del biogás



Estudio de Prefactibilidad



Quema de biogás



Se quema el Biogás en Quemadores especiales

Opción



Generación eléctrica



Opción



Generación térmica



Además se puede Aprovechar el biogás como energético

Venta de bonos de carbono, por la Quema eficiente del biogás



Diseño Conceptual

Sistema de Captura del Biogás

- 9 Pozos de extracción (profundidad promedio 15m);
- 800 m de tubería de HDPE sobre el terreno;
- Sistema de manejo de Condensado;
- Soplador y Quemador (90 cfm).

Sistema de Aprovechamiento del Biogás

- Sistema de para la venta de biogás a la planta de procesamiento vecino (sistema de transporte de biogás mediante 400 m de tubería de HDPE de 2" con trampeo de condensados, sistema de tratamiento de biogás, tren de gas con una entrega a 3 kg/cm² de presión);
- Sistema de Evaporación de lixiviado.

4. EVALUACIÓN DE LOS COSTOS Y DE LOS IMPACTOS

Costos de los sistemas

Costos del Sistema	
Concepto	Costo total estimado (USD)
Administración del proyecto	\$60,000
Instalación de pozos de extracción vertical (14 pozos, 11 m promedio de profundidad)	\$66,667
Cabeza colectora de gas, conexión principal y condensados	\$22,000
Soplador y quemador	\$120,000
Sistema de Evaporación de lixiviados	\$277,200
Sistema de Transporte	\$20,000
Sistema de filtrado	\$45,000
Tren de gas	\$50,000
Pruebas y puesta en marcha	\$35,000
Gestoría	\$10,000
Total	\$705,867

Aprovechamiento del biogás

Aprovechamiento del biogás					
Año	Gas aprovechable	Gas para aprovechamiento en evaporación	Gas vendible	Tarifa de gas	Punto de Venta
	m3/h	m3/h	m3/h	USD/m3	USD/m3
2011	181	60	120	0.06	0.04
2012	168	56	112	0.05	0.04
2013	158	53	105	0.05	0.04
2014	151	50	101	0.05	0.03
2015	146	49	97	0.05	0.03
2016	142	47	95	0.05	0.03
2017	139	46	93	0.04	0.03
2018	138	46	92	0.04	0.03
2019	137	46	92	0.04	0.03
2020	138	46	92	0.04	0.03
2021	138	46	92	0.04	0.03
2022	139	46	93	0.04	0.03
2023	141	47	94	0.04	0.03
2024	142	47	95	0.05	0.03
2025	120	40	80	0.04	0.03
2026	103	34	68	0.03	0.02

Ingresos por bonos de carbono

Ingresos Bonos			
Año	Estimados de Reducción en Emisiones de Metano		Ingresos por Bonos de Carbono
	(ton CH ₄ /año)	(ton CO ₂ eq/año)	USD/ton
2011	530	11,128	111,277
2012	526	11,048	110,475
2013	496	10,408	104,078
2014	473	9,931	99,313
2015	456	9,585	95,850
2016	445	9,343	93,429
2017	437	9,184	91,842
2018	433	9,093	90,925
2019	431	9,055	90,548
2020	431	9,061	90,608
2021	433	9,102	91,020
2022	437	9,172	91,722
2023	441	9,266	92,661
2024	447	9,380	93,795
2025	377	7,926	79,256
2026	322	6,755	67,550
		Total	1,494,349.30

Ingresos Totales

Ingresos totales			
Año	Ingresos por Bonos de Carbono	Ingresos por venta de gas	Ingresos Totales
	USD/año	USD/año	USD/año
2011	111,277	12,056	123,333
2012	110,475	10,405	120,881
2013	104,078	9,235	113,314
2014	99,313	8,409	107,722
2015	95,850	7,833	103,682
2016	93,429	7,442	100,871
2017	91,842	7,191	99,033
2018	90,925	7,049	97,974
2019	90,548	6,990	97,539
2020	90,608	6,999	97,607
2021	91,020	7,063	98,084
2022	91,722	7,173	98,895
2023	92,661	7,320	99,981
2024	93,795	7,501	101,296
2025	79,256	5,355	84,611
2026	67,550	3,890	71,440
		Total	1,616,261.32

Resumen

Año de inicio del proyecto	2011
Años del proyecto	15
Valor Neto Presente	\$ 220,064
TIR	13%
Recuperación de Capital simple	6.8
Inversión	\$ 705,867
Entradas	\$ 1,616,261

Beneficios Esperados

- A. Venta de un pasivo ambiental;
- B. Control de riesgos de incendios, explosiones, intoxicaciones y olores desagradables;
- C. Control y mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero, tanto en la reducción de emisiones por destrucción directa del biogás (quema primaria) como en la reducción de emisiones por aprovechamiento del biogás;
- D. Beneficio de ambos por xxx ton de CO₂e
- E. Imagen positiva por responsabilidad ambiental y social;
- F. Mejor control y manejo de los lixiviados.

GRACIAS



Methane to Markets

***Estudio de Prefactibilidad
Relleno Sanitario “El Tejar”
Apartado, Colombia***

ÍNDICE

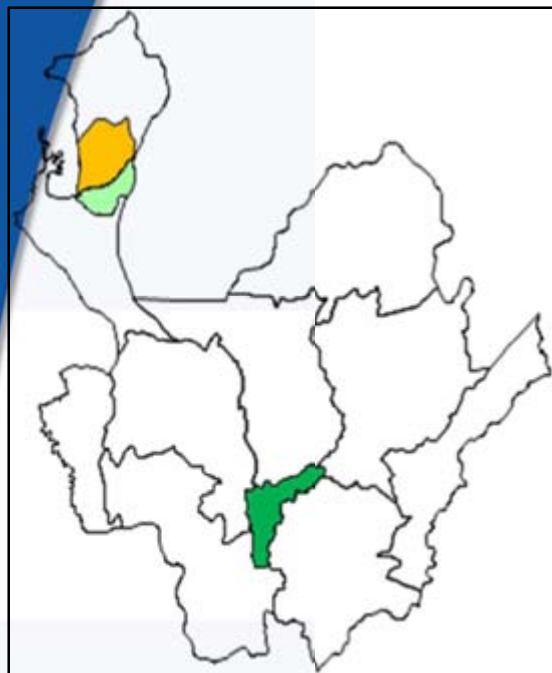
- 1. MARCO BASE DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS;**
- 2. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGÁS;**
- 3. DISEÑO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE CAPTURA Y APROVECHAMIENTO;**
- 4. COSTOS Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.**

1. MARCO BASE DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Ubicación del sitio

Ubicación geográfica

El Relleno Sanitario el Tejar se localiza en el municipio de Turbo, al norte del departamento de Antioquia, en el corregimiento El Tres, aproximadamente a 1,5 km de la cabecera del corregimiento y a 9 km desde El Tres a la cabecera del municipio de Turbo. La zona del corregimiento del Tres tiene una topografía de sistemas colinados no superiores a los 200 msnm.



Turbo

Apartado

Medellín

Meteorología

El piso térmico de la zona es cálido, posee una temperatura media de 27,3°C, una humedad de 82%, la distribución anual de la precipitación presenta un comportamiento bimodal con máximos en los meses de Junio y Julio y mínimos en Enero y Febrero, la precipitación media mensual es de 333,1 mm, en promedio llueve 19 días del mes y se tiene 136 horas de brillo solar en promedio mes.

Condiciones Actuales

Actualmente el sitio de disposición final fue cedido en comodato por el municipio de Turbo a la empresa Futura Aseso, la disposición final de estos municipios, mas la disposicion final de los municipios de Carepa y Chigorodo.

- Año de inicio de operaciones: 1994
- Área de disposición: 2.21 hectáreas
- Disposición Actual: 445.346 ton/año
- Año de cierre: 2020
- Disposición proyectada: 1.194.860

Demografía

En el año 2008 el relleno sanitario prestaba servicio de disposición final a un total de 243.369 habitantes de los municipios de Turbo, Apartado, Carepa y Chigorodo, y estaba en negociación de recibir los residuos generados por el municipio de Necocli 4,7 Toneladas-día de aproximadamente 9.800 habitantes. Los residuos recolectados de estos municipios provienen en su mayoría de estratos socioeconómicos bajos lo cual significa una mayor participación de residuos orgánicos.

Diseño y Construcción

Los residuos que descargan los vehículos recolectores (un promedio de 30 camiones/día) se disponen mediante buldozer. Se riegan para conformar la celda, se compacta en capas promedio de 1 mt y se cubren una vez terminada las celdas del día. Se conforman las celdas dando las pendientes para facilitar el flujo de agua.

Adicionalmente se construyen cada cinco metros de alturas filtros para drenaje de lixiviados y cada veinte metros chimeneas de desfogue de gases, formando un sistema interconectado que facilite la evacuación de lixiviados y gases.

Operación (1)

Los residuos que descargan los vehículos recolectores se disponen mediante buldozer. Se riegan para conformar la celda, se compacta en capas promedio de 1 m, se adiciona cal manualmente para control de olores y se cubren una vez terminada las celdas del día con suelo de la zona mediante compactación manual. Se conforman las celdas dando las pendientes para facilitar el flujo de agua.

Adicionalmente se construyen cada cinco metros de altura, filtros para drenaje de lixiviados y cada veinte metros chimeneas de desfogue de gases, formando un sistema interconectado que facilite la evacuación de lixiviados y gases.

Operación (2)

Las aguas lluvias son recolectadas en un canal perimetral y el lixiviado es conducido a las lagunas de tratamiento de lixiviado, las cuales poseen un canal de entrada, rejas de cribado, en las que se retienen basuras (plástico, papeles, etc.), materiales que son arrastrados por las tuberías. El lixiviado se recircula nuevamente hacia un tanque en la parte alta para que por gravedad pueda ser regado con manguera.

Comprador del biogás

En la parte frontal del sitio, existe una serie de familias que viven cercanas al sitio. Los cuales pueden ser susceptibles de comprar el gas, siempre y cuando se instale una red de distribución.



2. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGÁS

Características de los residuos sólidos

Municipio	CAREPA		APARTADO		CHIGORODO		TURBO		TOTAL	100%
MATERIAL	PESO Kg								Muestra total	%
ORGANICO	800	550	850	833	1030	650	1640	1640	7993	62,34%
MADERA	0	0	4	20	4	0	656	656	1340	10,45%
PAPEL Y CARTON	24	40	37	40	28	22	124	124	439	3,42%
TEXTILES	28	9	23	23,5	26	25	13	13	160,5	1,25%
PET	10	6	9	13,2	12	6	49	49	154,2	1,20%
VIDRIO	16	12	29	16	5	6	42,4	42,4	168,8	1,32%
METALES	9	4	6	14,3	7	4	32,2	32,2	108,7	0,85%
BOLSA PLASTICA	98	35	68	78	43	40	35	35	432	3,37%
PASTA DURA	8	7	18	13,2	13	6	109	109	283,2	2,21%
INSERVIBLES	513	212	62	351	280	252	35,6	35,6	1741,2	13,58%
Total	1506	875	1106	1402,2	1448	1011	2736,2	2736,2	12.820,60	100,00%

Disposición histórica y proyectada

Año	Ton/ año	Año	Ton/ año	Año	Ton/ año
1994*	22.108	2005	27.610	2016*	64.193
1995*	22.559	2006	42.712	2017*	65.476
1996*	23.020	2007	50.650	2018*	66.786
1997*	23.489	2008	54.788	2019*	68.122
1998*	23.969	2009*	55.883	2020*	69.484
1999*	24.458	2010*	57.001	*Datos estimados	
2000*	24.957	2011*	58.141		
2001*	25.466	2012*	59.304		
2002*	25.986	2013*	60.490		
2003*	26.517	2014*	61.700		
2004*	27.058	2015*	62.934		

Modelos predictivos de generación de biogás

Se realizó la estimación de emisiones y proyección de recuperación de biogás con 3 modelos: Mexicano, Centroamericano y el utilizado en la Metodología AM0025 “Herramienta para determinar emisiones de metano evitadas por disponer residuos en un sitio de disposición de residuos sólidos” versión 2 para proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio. Con el fin de escoger el más adecuado para realizar los cálculos del sistema de aprovechamiento del biogás y sus costos.

Cada uno de ellos es una aproximación contextual al entorno geográfico y climático, y con sus resultados se logran resultados predictivos correctos de orden de magnitud.

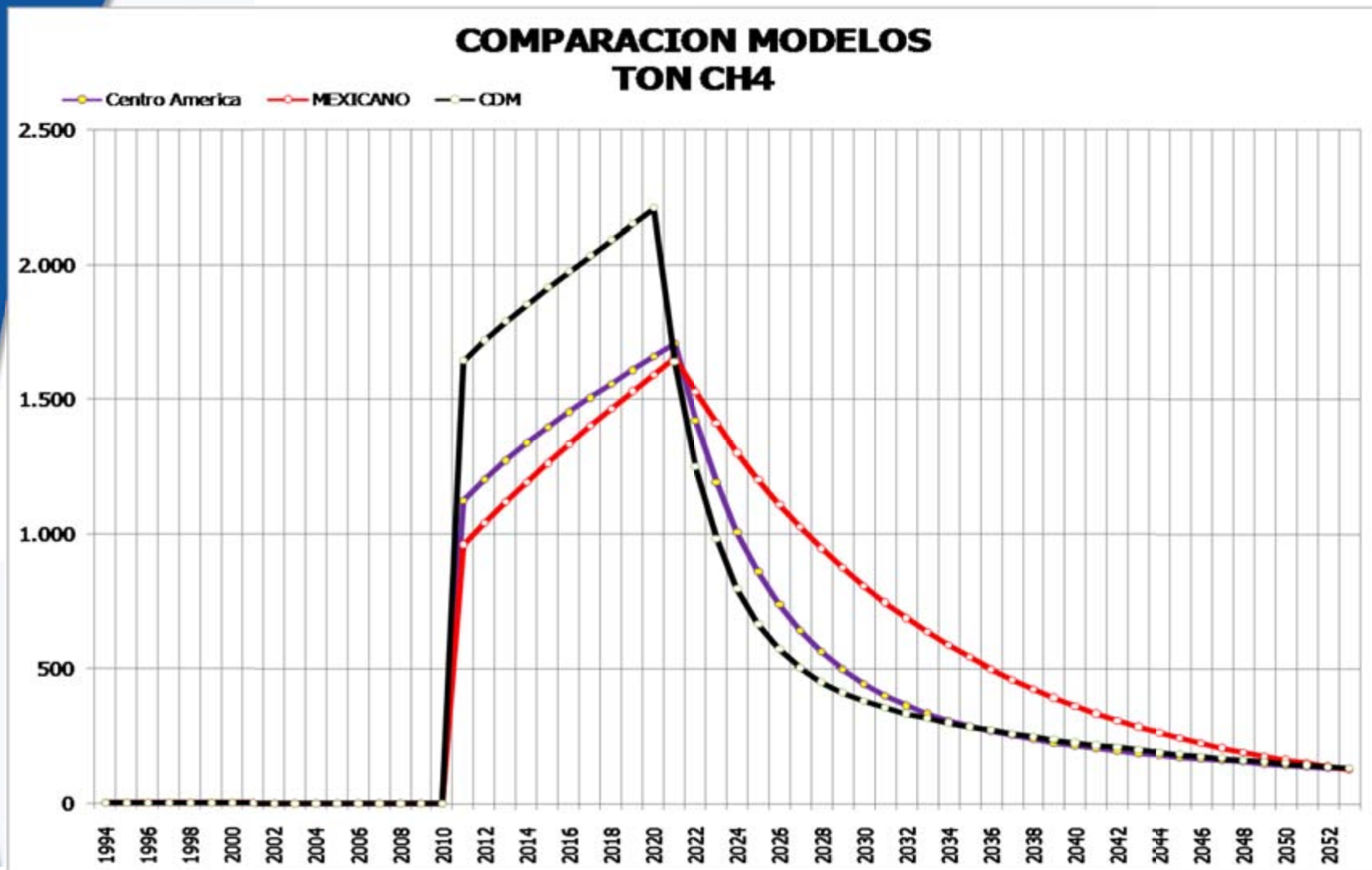
Consideraciones (1)

- Se tomó 30% como eficiencia de conversión de CH₄ a KW.
- Se tomó el poder calorífico del gas natural de la guajira reportado por la UPME, que tiene un contenido de metano del 97,76% de CH₄, obteniendo un poder calorífico de 38.517.440 J/m³.
- 20% del año se estima para mantenimiento del sistema de aprovechamiento
- Se tomó 21 años como tiempo de acreditación, sólo una de las tres opciones del Protocolo de Kyoto.
- Se tomó US\$ 10/ton eq. de CO₂ como precio de venta de los CERs

Consideraciones (2)

- Índice de Generación de Metano (k): calculado automáticamente basado en la precipitación anual promedio.
- Generación Potencial de Metano (L0): ajustado para México y Centroamérica teniendo en cuenta contenido orgánico y el contenido de humedad del RSU en cuestión, con los valores de referencia de Estados Unidos.
- Se estimo que se colectara el biogás durante 30 años más a partir del año de clausura.
- El biogás que se genera contiene 50% de CH₄, y de este CH₄ total, se recolecta el 60%, que es la cantidad para continuar con el cálculo de toneladas, KW y toneladas de CO₂ equivalente y acreditable para proyectos MDL.

Proyecciones de biogás



Proyecciones de biogás

Año	Generación de Biogás	Eficiencia del Sistema de Recolección	Recuperación de Biogás del Sistema planteado	Capacidad Máxima de la Planta de Energía	Estimados de Reduccion en Emisiones de Metano	
	(m3/hr)	(%)	(m3/hr)	(MW)	(ton CH4/año)	(ton CO2eq/año)
2011	596.44	0.65	387.69	0.64	1,215.82	25,532.14
2012	637.58	0.65	414.43	0.69	1,299.68	27,293.21
2013	674.85	0.65	438.65	0.73	1,375.65	28,888.59
2014	709.09	0.65	460.91	0.76	1,445.45	30,354.42
2015	740.98	0.65	481.64	0.80	1,510.45	31,719.53
2016	771.05	0.65	501.19	0.83	1,571.76	33,006.92
2017	799.74	0.65	519.83	0.86	1,630.24	34,234.96
2018	827.39	0.65	537.80	0.89	1,686.59	35,418.36
2019	854.26	0.65	555.27	0.92	1,741.38	36,568.90
2020	880.59	0.65	572.39	0.95	1,795.05	37,696.04
2021	906.56	0.65	589.26	0.97	1,847.97	38,807.42
2022	754.24	0.65	490.26	0.81	1,537.49	32,287.23
2023	632.12	0.65	410.88	0.68	1,288.55	27,059.52
2024	534.02	0.65	347.12	0.57	1,088.58	22,860.24
2025	455.05	0.65	295.78	0.49	927.60	19,479.58
2026	391.30	0.65	254.35	0.42	797.66	16,750.77

3. DISEÑO CONCEPTUAL DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTURA Y APROVECHAMIENTO

Desarrollo de proyectos de captura y aprovechamiento de metano

Relleno Sanitario



Potencial de
Generación
Del
biogás



Estudio
de
Prefactibilidad



Se quema el
Biogás en
Quemadores
especiales

Quema de biogás



Opción



Venta de bonos
de carbono, por la
Quema eficiente del
biogás



Opción



Además se puede
Aprovechar
el biogás como
energético



Venta a la comunidad



Diseño Conceptual

Sistema de Captura del Biogás

- 18 Pozos de extracción (profundidad promedio 15m);
- 1.400 m de tubería de HDPE sobre el terreno;
- Sistema de manejo de Condensado;
- Soplador y Quemador (120 cfm).

Sistema de Aprovechamiento del Biogás

- Sistema de para la venta de biogás a la casas vecinas (sistema de transporte de biogás mediante 2.000 m de tubería de HDPE de 2" con trampeo de condensados, sistema de tratamiento de biogás, tren de gas con una entrega a 1.5 kg/cm² de presión);
- Sistema de Evaporación de lixiviado.

4. EVALUACIÓN DE LOS COSTOS E IMPACTOS

Costos de los sistemas

Costos del Sistema	
Concepto	Costo total estimado (USD)
Administración del proyecto	\$100,000
Instalación de pozos de extracción vertical (18 pozos, 15 m promedio de profundidad)	\$950,000
Cabeza colectora de gas, conexión principal y condensados	\$26,000
Soplador y quemador	\$150,000
Sistema de Evaporación de lixiviados	\$380,200
Sistema de Transporte	\$350,000
Sistema de filtrado	\$120,000
Sistemas de medición por cada casa	\$80,000
Pruebas y puesta en marcha	\$50,000
Gestoría	\$20,000
Total	\$2,226,200

Aprovechamiento del biogás

Aprovechamiento del biogás					
Año	Gas aprovechable	Gas para aprovechamiento en evaporación	Gas vendible	Tarifa de gas	Punto de Venta
	m3/h	m3/h	m3/h	USD/m3	USD/m3
2011	388	129	258	0.12	0.09
2012	414	138	276	0.13	0.09
2013	439	146	292	0.14	0.10
2014	461	154	307	0.15	0.10
2015	482	161	321	0.15	0.11
2016	501	167	334	0.16	0.11
2017	520	173	347	0.17	0.12
2018	538	179	359	0.17	0.12
2019	555	185	370	0.18	0.12
2020	572	191	382	0.18	0.13
2021	589	196	393	0.19	0.13
2022	490	163	327	0.16	0.11
2023	411	137	274	0.13	0.09
2024	347	116	231	0.11	0.08
2025	296	99	197	0.09	0.07
2026	254	85	170	0.08	0.06

Ingresos por bonos de carbono

Ingresos Bonos			
Año	Estimados de Reduccion en Emisiones de Metano		Ingresos por Bonos de Carbono
	(ton CH ₄ /año)	(ton CO ₂ eq/año)	USD/ton
2011	1,216	25,532	255,321
2012	1,300	27,293	272,932
2013	1,376	28,889	288,886
2014	1,445	30,354	303,544
2015	1,510	31,720	317,195
2016	1,572	33,007	330,069
2017	1,630	34,235	342,350
2018	1,687	35,418	354,184
2019	1,741	36,569	365,689
2020	1,795	37,696	376,960
2021	1,848	38,807	388,074
2022	1,537	32,287	322,872
2023	1,289	27,060	270,595
2024	1,089	22,860	228,602
2025	928	19,480	194,796
2026	798	16,751	167,508
Total			4,779,578.27

Ingresos Totales

Ingresos totales			
Año	Ingresos por Bonos de Carbono	Ingresos por venta de gas	Ingresos Totales
	USD/año	USD/año	USD/año
2011	255,321	55,578	310,899
2012	272,932	63,509	336,441
2013	288,886	71,151	360,037
2014	303,544	78,555	382,099
2015	317,195	85,779	402,974
2016	330,069	92,883	422,953
2017	342,350	99,923	442,273
2018	354,184	106,951	461,135
2019	365,689	114,012	479,701
2020	376,960	121,149	498,109
2021	388,074	128,398	516,472
2022	322,872	88,877	411,749
2023	270,595	62,426	333,022
2024	228,602	44,554	273,157
2025	194,796	32,351	227,147
2026	167,508	23,922	191,430
		Total	6,049,597.60

Resumen

Año de inicio del proyecto	2,011
Años del proyecto	15
Valor Neto Presente	1,163,407
TIR	16%
Recuperación de Capital simple	6.8
Inversión	\$ 2,226,200
Entradas	\$ 6,049,598

Beneficios Esperados

- A. Venta de un pasivo ambiental;
- B. Control de riesgos de incendios, explosiones, intoxicaciones y olores desagradables;
- C. Control y mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero, tanto en la reducción de emisiones por destrucción directa del biogás (quema primaria) como en la reducción de emisiones por aprovechamiento del biogás;
- D. Imagen positiva por responsabilidad ambiental y social;
- E. Beneficio a 80 familias;
- F. Mejor control y manejo de los lixiviados.

GRACIAS