



Congreso **Nacional del Medio Ambiente**

CUMBRE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Juan Antonio Fornieles

Gerente de Proyectos del Área
Internacional

Grupo HERA



MDL en rellenos sanitarios

Juan Antonio Fornieles

Introducción



La Práctica totalidad de la Gestión de Residuos Sólidos en Países No Anexo I se realiza en Rellenos Sanitarios donde la captación y quema del biogás no es obligatoria.

Condiciones favorables para la metanogenesis

- Suficiente contenido de humedad
- Nutrientes suficientes
- Ausencia de Oxígeno y tóxicos
- pH neutro, 6.7 - 7.2
- Alcalinidad > 2000 mg/l CO_3Ca_2
- Ácidos volátiles < 3000 mg/L como Ác. Acético
- Temperatura interna 30° C and 50 °C

Reacciones de metanogenesis



acetato + agua $\longrightarrow$ metano + bicarbonato



hidrogeno + carbono $\longrightarrow$ metano + agua

Características del gas obtenido

El biogás es una mezcla de gases compuesta básicamente por:

- Metano, **CH₄**: 40-50% en vol.
- Dióxido de carbono, **CO₂**: 30-60% en vol.
- Ácido sulfhídrico, **H₂S**: 1-5% en vol.
- **Mercaptanos, siloxanos**: composición variable
- **H₂ y otros**: composición variable

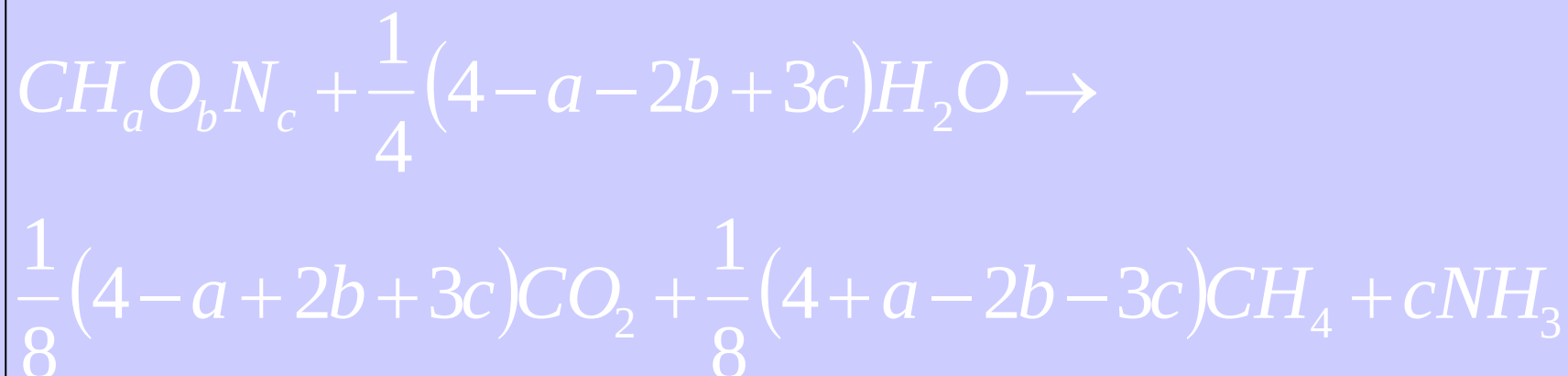
P.C.I.: 4.500kcal/Nm³

**El Potencial de Calentamiento Global
del CH₄ es 21 veces superior al del CO₂**

Estimaciones del potencial del CH₄

- Los rellenos sanitarios son responsables de entre 8-12 % del total de emisiones antropogénicas del CH₄ en todo el mundo.
- En el año 2025 las emisiones mundiales del CH₄ procedente de Rellenos Sanitarios habrán crecido un 60 %.
- El potencial de reducción de emisiones a partir de quema del CH₄ procedente de rellenos sanitarios pueden representar un 8 % del total de CERs.

Estimación estequiométrica del potencial biogás



Problemas de la estimación estequiométrica

- Algunas fracciones no son biodegradables (lignina, plásticos)
- Limitaciones de humedad
- Tóxicos
- Algunas fracciones no son accesibles (bolsas plástico)

Modelos matemáticos para determinación de emisiones de Gas de Relleno Sanitario

- LandGEM (U. S. Environmental Protection Agency)
- Mexico Landfill Gas Model (U.S. EPA – modificación de LandGEM)
- E-Plus (U.S. EPA)
- EPER modelo Francia
- EPER modelo Alemania
- GasSim (Environment Agency, UK)
- TNO (Holanda)
- Afvalzorg (Holanda)

Todos los modelos están basados en una ecuación de decaimiento de primer orden que define una descomposición exponencial de la fracción biodegradable del residuo.

EPA Emission Rate Model

$$Q_T = \sum_{i=1}^n 2kL_o M_i e^{-kt_i}$$

Donde:

Q_T	= Caudal de gas generado, volumen/tiempo
k	= Constante de decaimiento, tiempo ⁻¹
L_o	= Potencial generación Metano, volumen/masa residuo
t_i	= Edad i del residuo, tiempo
M_i	= Masa residuo, dispuesto en tiempo i
n	= Total periodos de disposición de residuos

Composición típica de residuos domésticos

- Degradación Rápida (comida, residuos verdes, animales muertos, lodos, pañales, etc.) = 47.5%
- Degradación Mediana (papel) = 19.6%
- Degradación Baja (madera, textiles, piel) = 5.8%
- Inorgánicos (plásticos, vidrio, metales, construcción y demolición) = 27.0%

Datos fundamentales del modelo

Indice de Generación de Metano (k)

k es la constante que determina el índice de generación de biogás estimado. El modelo de degradación de primer orden asume que los valores de antes y después de la generación máxima de biogás son iguales. El valor de k esta en función del contenido de humedad y la disponibilidad de nutrientes, pH, y temperatura.

Generación Potencial de Metano (L0)

L0 es la constante del modelo que representa la capacidad potencial para generar metano (componente principal del biogás) del relleno sanitario. L0 depende de la cantidad de celulosa disponible en los residuos.

Datos fundamentales modelo

TABLA 1: INDICE DE GENERACION DE METANO (k)

PRECIPITACION PROMEDIO ANUAL (mm/año)	K (año)
0-249	0.040
250-499	0.050
500-999	0.065
≥ 1000	0.080

Datos fundamentales modelo

TABLA 2: GENERACION POTENCIAL DE METANO (L0)

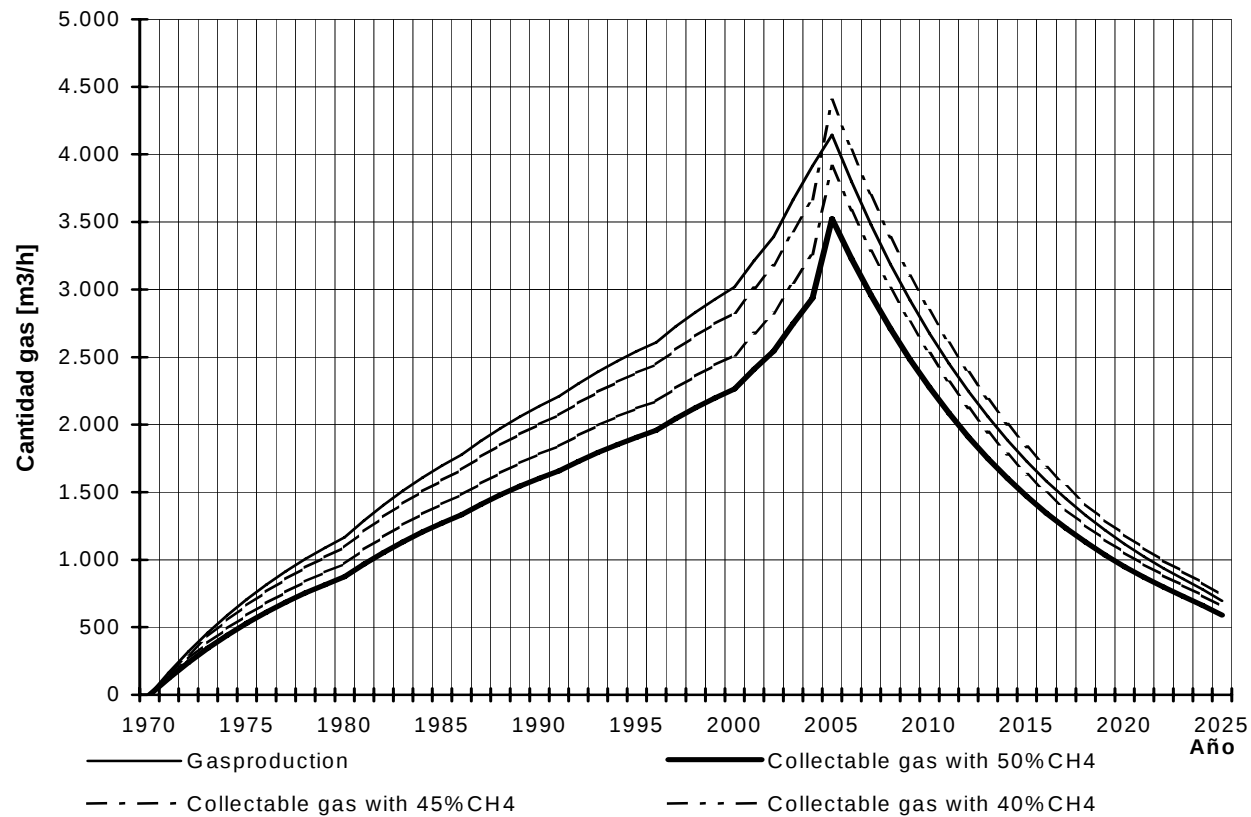
PRECIPITACION PROMEDIO ANUAL (mm/año)	LO (m3/ ton)
0-249	0.040
250-499	0.050
500-999	0.065
≥ 1000	0.080

Cálculo producción biogás

Año	R.S.U. Vertidos to	Porcent. desgas. %	Cant. Capt. %	Cant. desgas. to	R.S.U.	Cant. gas producido m3/h	Cant. Gas captable m3/h	Gas acumulado m3x10 ⁶	Potencia I potencia kWh/h	Potencial energético GWh
2006	0	65	85	0		3.798	3.228	484,8	16.140	2.424,2
2007	0	65	85	0		3.479	2.958	510,8	14.788	2.553,8
2009	0	65	85	0		2.921	2.483	556,2	12.414	2.781,2
2010	0	65	85	0		2.676	2.275	576,2	11.374	2.880,8
2011	0	65	85	0		2.452	2.084	594,4	10.421	2.972,1
2012	0	65	85	0		2.247	1.910	611,1	9.548	3.055,7
2013	0	65	85	0		2.058	1.750	626,5	8.748	3.132,4
2014	0	65	85	0		1.886	1.603	640,5	8.015	3.202,6
2015	0	65	85	0		1.728	1.469	653,4	7.344	3.266,9
2016	0	65	85	0		1.583	1.346	665,2	6.728	3.325,9
2017	0	65	85	0		1.450	1.233	676,0	6.165	3.379,9
2018	0	65	85	0		1.329	1.130	685,9	5.648	3.429,3
2019	0	65	85	0		1.218	1.035	694,9	5.175	3.474,7
2020	0	65	85	0		1.116	948	703,2	4.741	3.516,2
2021	0	65	85	0		1.022	869	710,9	4.344	3.554,3
2022	0	65	85	0		937	796	717,8	3.980	3.589,1
2023	0	65	85	0		858	729	724,2	3.647	3.621,1
2024	0	65	85	0		780	663	540,3	3.315	2.701,5
2025	0	65	85	0		695	591	539,7	2.954	2.698,3
Total	5.353.300to			Total	3.479.645 to					
Cantidad total de gas por ton. R.S.U.						288	m3 por 1 ton R.S.U. descomponible			

Cálculo producción biogás

PRODUCCIÓN DE GAS, CANTIDAD DE GAS CAPTABLE



Eficiencia de recolección de biogás

TABLA : EFICIENCIAS DE RECOLECCION EN RELLENOS SANITARIOS

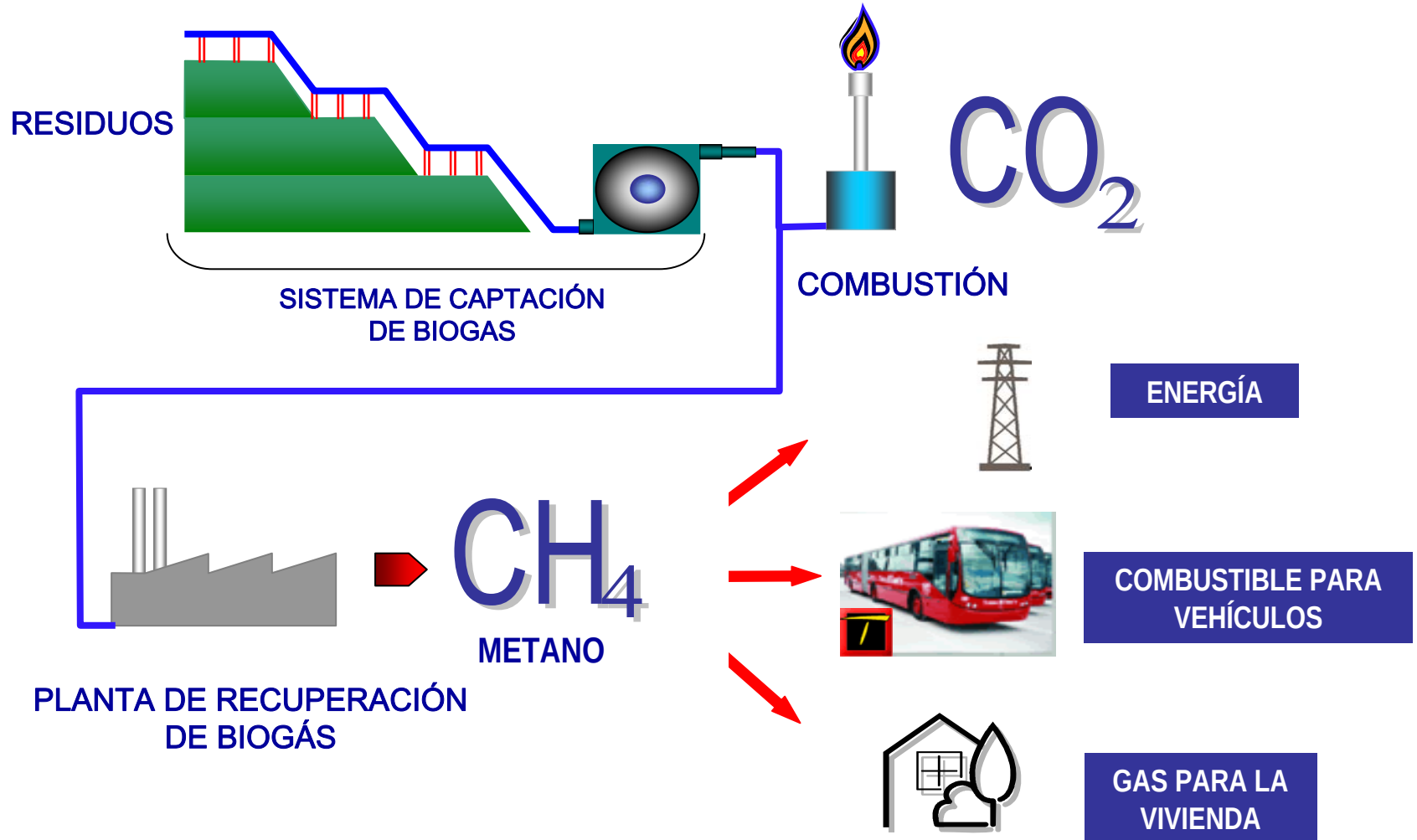
No.	<i>Característica del Relleno Sanitario</i>	Eficiencia de Recolección			
		85%	75%	65%	60%
1	Cubierta de la plantilla (base) consistiendo de material sintético (plástico) sobre 0.6 metros (2 ft) de arcilla o un material similar.	X			
2	Cubierta diaria aplicada al los residuos dispuestos. Rellenos sanitarios clausurados deberán tener una cubierta final construida en los primeros años de clausura.	X	X		
3	La migración del biogás fuera del relleno sanitario es insignificante.	X	X	X	
4	Sistema completo y bien diseñado de recolección de biogás con pozos verticales o recolectores horizontales que tengan una cobertura del 100% e instalado después de algunos años de haberse depositado los residuos.	X	X	X	
5	Un sistema de recolección de biogás operando eficientemente con todos los pozos de extracción operables y en buen funcionamiento (ejemplo: relativamente libre de líquidos que afecten la extracción del biogás).	X	X	X	X

REDUCCIÓN EMISIONES: Tn CO2 equivalente

$$Y \frac{\text{Tn CO2e}}{\text{Año}} = X \frac{\text{Nm3 CH4}}{\text{Año}} \times [\% \text{ CH4}] \times \text{Densidad CH4} \times 21$$

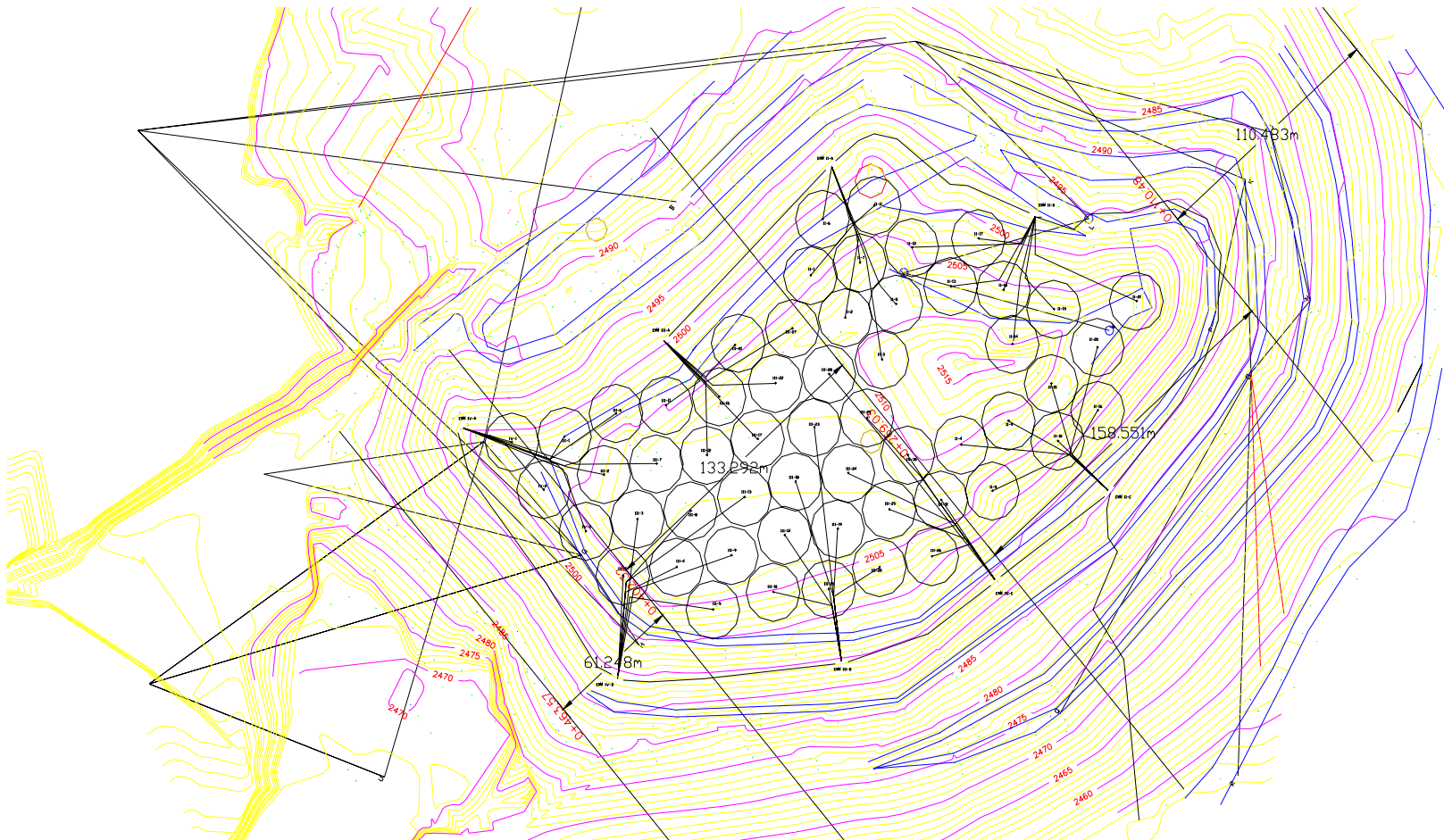
- $[\% \text{ CH4}] = 50 \%$
- $\text{Densidad CH4} = 0,0007168 \text{ Tn CH4 / Nm3}$

Aprovechamiento energético del gas de vertedero

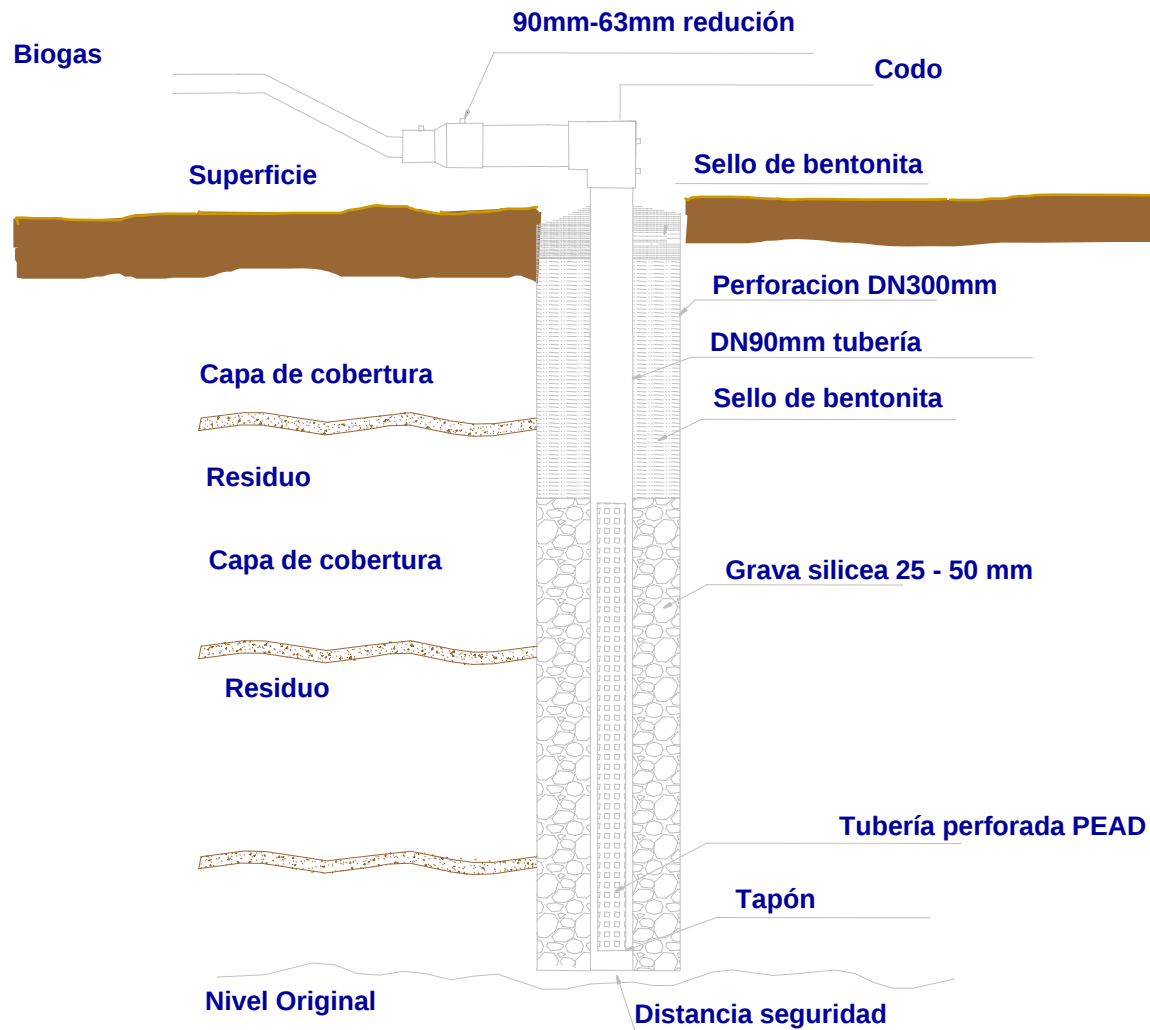


Detalles de desgasificación y aprovechamiento

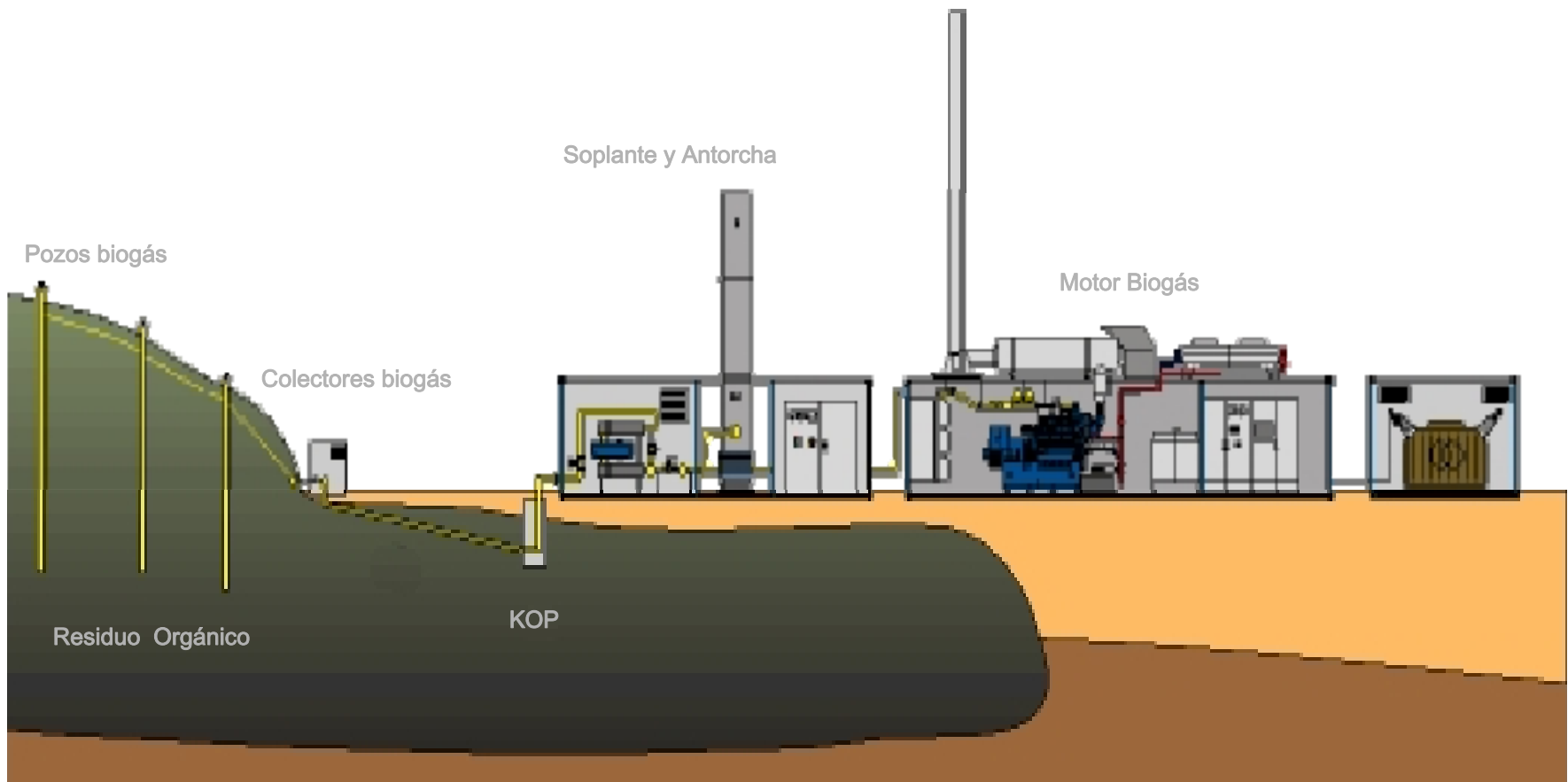
DESGASIFICACIÓN. Distribución de los pozos



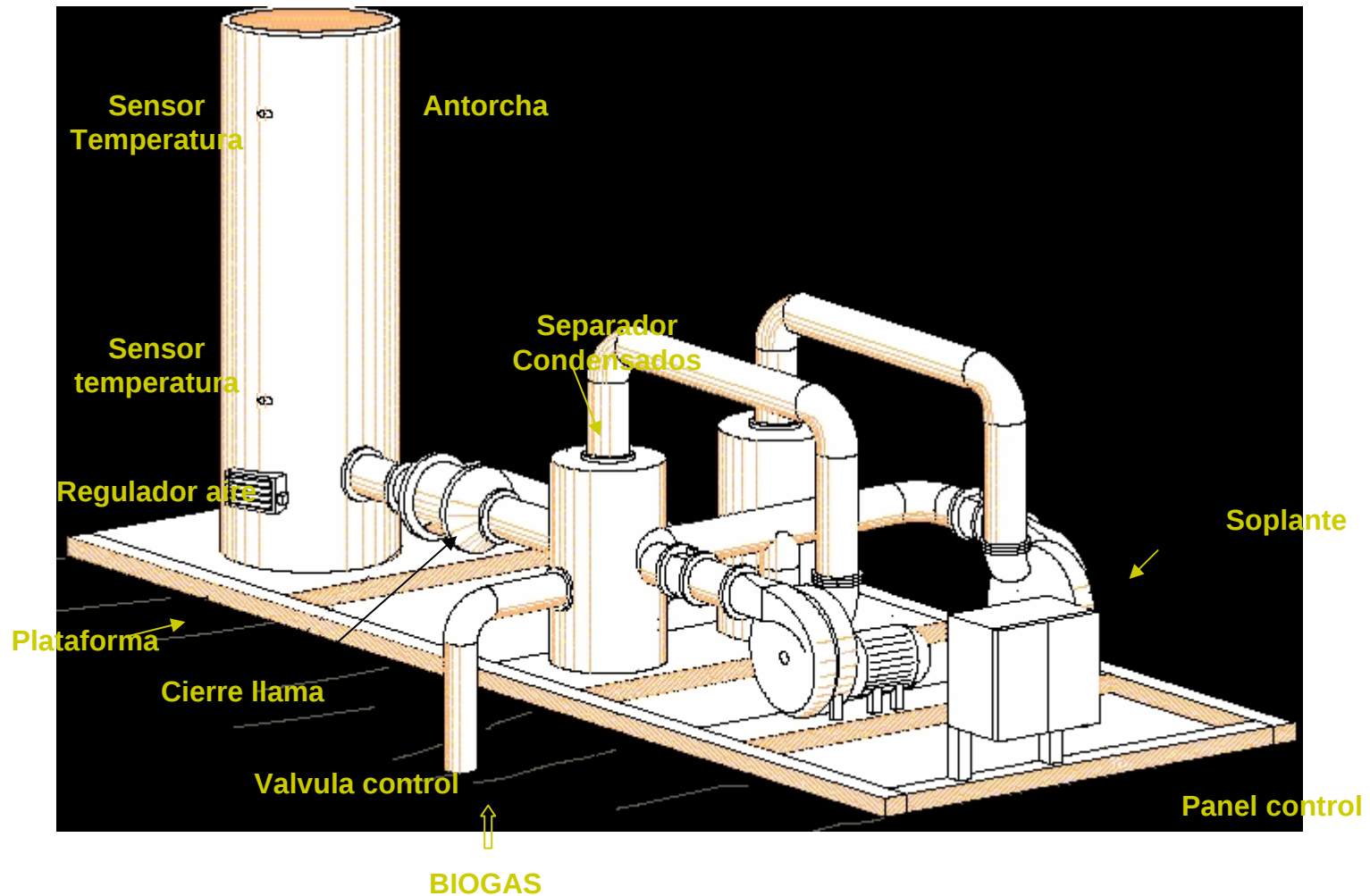
DETALLE DE UN POZO DE EXTRACCIÓN



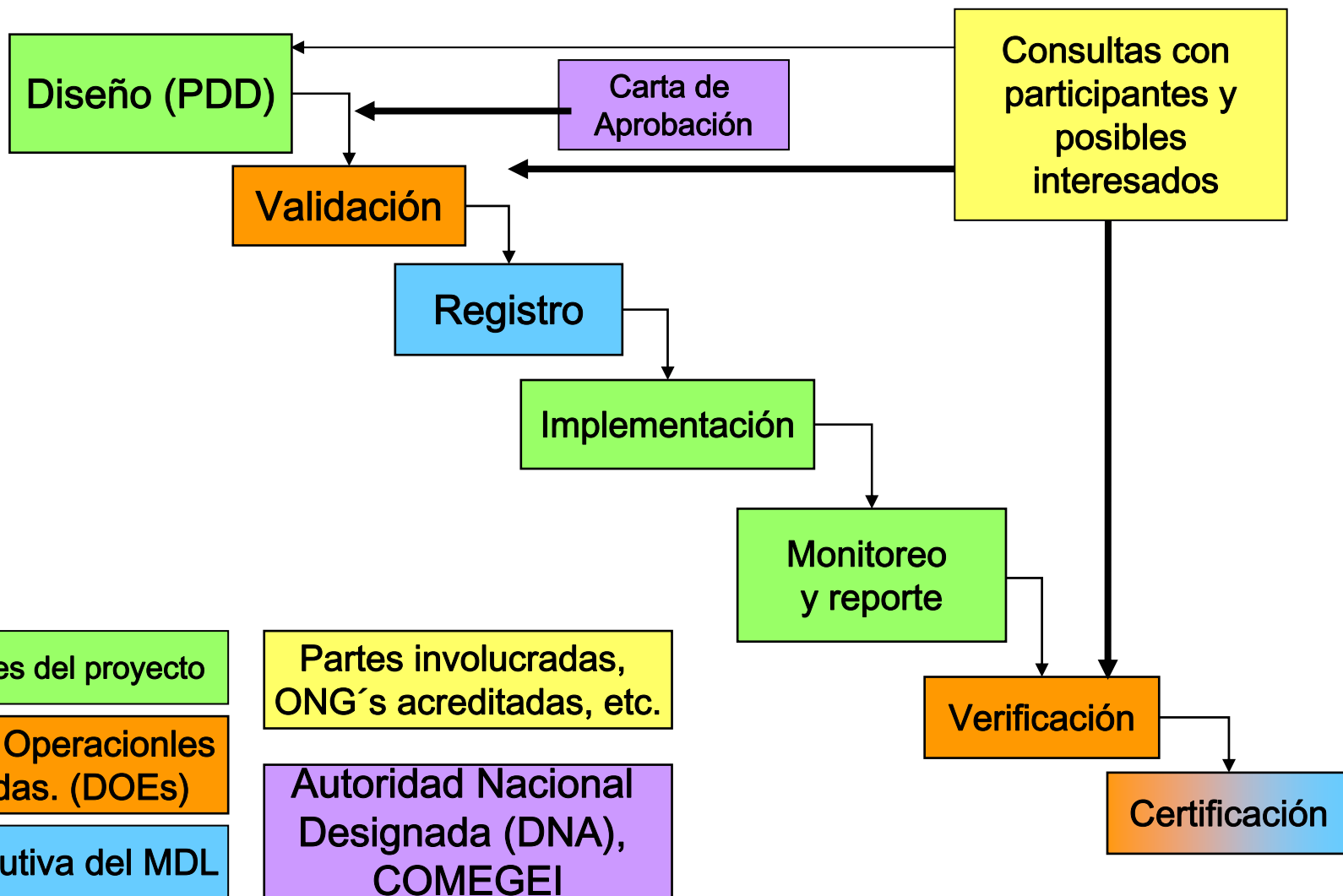
Aprovechamiento energético del gas de vertedero



Estación de quemado

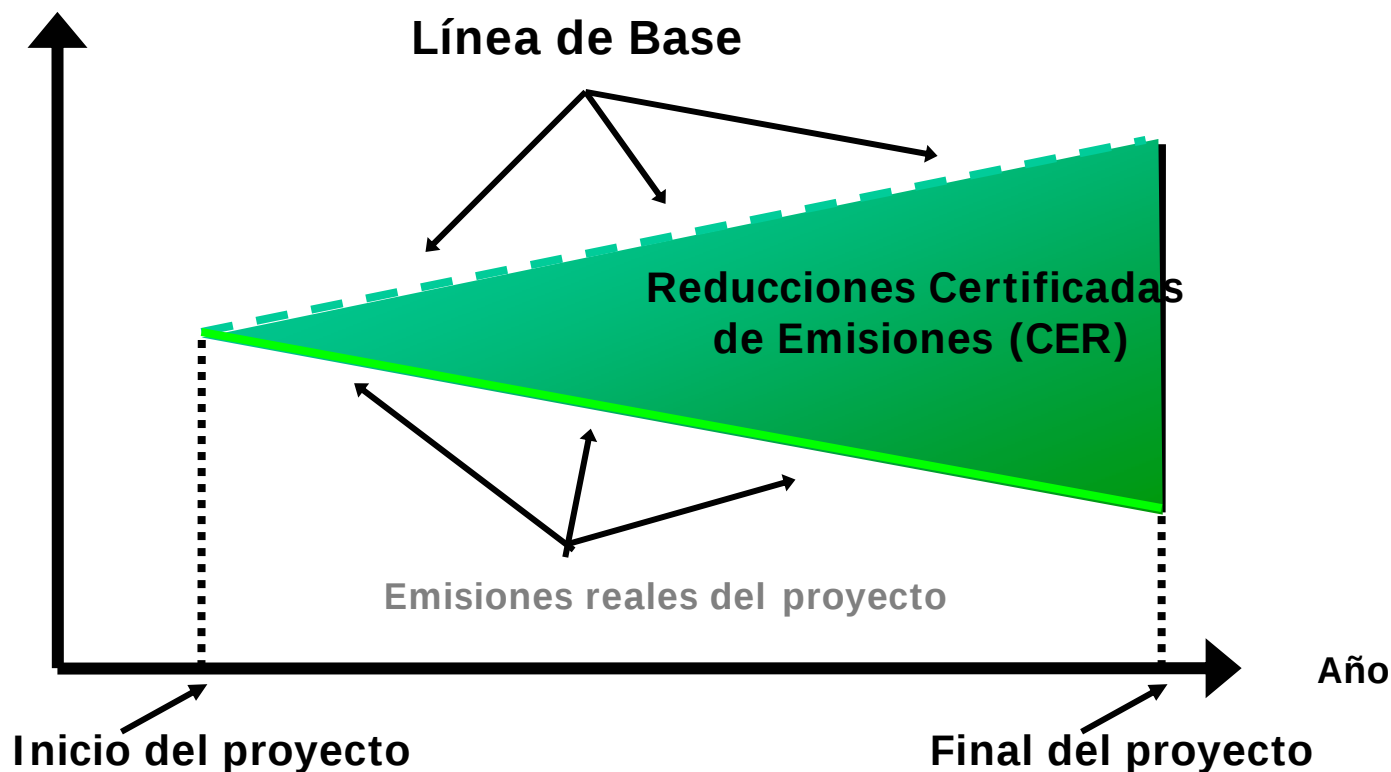


Pasos para registrar un proyecto del MDL y obtener CER's



Certificados de Reducción de Emisiones (CER)

Emisiones del proyecto
en tons CO₂ eq.



Metodologías Proyectos MDL Rellenos Sanitarios

a 21 de septiembre de 2006

Sectoral Scope		#	Methodology Number	Methodology Title
Landfill Methodologies	Large Scale	1	AM0002	Greenhouse gas emission reductions through landfill gas capture and flaring where the baseline is established by a public concession contract --- Version 2
		2	AM0003	Simplified financial analysis for landfill gas capture projects --- Version 3
		3	AM0010	Landfill gas capture and electricity generation projects where landfill gas capture is not mandated by law
		4	AM0011	Landfill gas recovery with electricity generation and no capture or destruction of methane in the baseline scenario --- Version 2
	Small Scale	5	AMS-III.G.	Landfill methane recovery --- Version 3
	Consolidated	6	ACM0001	Consolidated methodology for landfill gas project activities --- Version 4 Tool for the demonstration and assessment of additionality (ver 4) (AM0002, AM0003, AM0010, AM0011)

Estatus de MDL en rellenos sanitarios a 21 de Septiembre de 2006

Total Proyectos MDL registrados: 305
Proyectos MDL registrdos en Rellenos Sanitarios: 27

Registered	Title	Host Parties	Other Partie S	Methodology *	Reductions **	Ref
18 Nov 04	Brazil Nova Gerar Landfill Gas to Energy Project	Brazil	Netherlands	AM0003 ver. 1	670133	0008
09 Sep 06	Puente Gallego Landfill Gas Recovery project Gallego, Rosario, Argentina	Argentina		AM0011 ver. 2	63885	0431

Status of Landfill CDM Project Activities

21 September 2006

CERs Rellenos sanitarios expedidas: 2 proyectos y 72,909 CERs

Title (*)	Date of issuance	CERs issued	Verified period	Host Parties	Other Parties
0071: Nanjing Tianjingwa Landfill Gas to Electricity Project	03 Jul 2006	26,921	01 May 2005 - 29 May 2006	China	United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
0052: Salvador da Bahia Landfill Gas Management Project	30 Dec 2005	45,988	01 Jan 2004 - 31 Dec 2004	Brazil	Japan United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

Un tercer proyecto de rellenos , Bandeirantes (Brazil), esté en revisión. Este relleno solicita la expedición de 1,189,657 CERs, pero ha tenido varios problemas durante la etapa de monitoreo.

(Total CERs expedidas en proyectos MDL : 15,368,157).

Instalaciones. Experiencias del Grupo HERA



Planta de Alcalá



Planta de Torrejón



Proyecto MDL Relleno Sanitario Fundo Las Cruces (Chile)



- Fase actual : Redacción PDD
- Metodologías : AMC001 y AMC 002(generación electricidad)
- Entradas residuos:125.000 Tn/año
- CERs 2007-2012 : 164.668 Tn
- CERs 2007-2027 : 900.929 Tn
- Inicio actividad : Marzo 2007

Proyecto MDL Relleno Sanitario HASARS (MEXICO)



- Fase actual : Redacción PDD
- Metodologías : AMC001 y AMC 002(generación electricidad)
- Entradas residuos: 450.000 Tn/año
- CERs 2007-2012 : 625.000Tn
- CERs 2007-2027 : 3.800.000Tn
- Inicio actividad : Junio 2007