

## ESTUDIO TEÓRICO DE GENERACIÓN DE BIOGÁS EN LA CELDA Nº 3 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODOS DE LOECHES (MADRID)

Fecha:  
13/03/2025

Cliente: CANAL DE ISABEL II, S.A.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. ANTECEDENTES .....</b>	<b>3</b>
3.1. Información previa .....	3
3.2. Antecedentes del emplazamiento .....	3
3.2.1. <i>Morfología del vertedero</i> .....	3
3.2.2. <i>Sistema de desgasificación</i> .....	4
3.2.3. <i>Naturaleza de residuos almacenados</i> .....	4
3.2.4. <i>Sistema de deposición de residuos</i> .....	4
<b>4. METANOGÉNESIS EN VERTEDEROS .....</b>	<b>5</b>
4.1. Proceso de generación de biogás .....	5
4.2. Producción teórica de metano .....	5
<b>5. SIMULADORES DE GENERACIÓN DE BIOGÁS .....</b>	<b>6</b>
5.1. LandGEM.....	7
5.2. Scholl Canyon Gas Generation Model.....	8
5.3. Modelo multifásico Afvalzorg .....	8
<b>6. SIMULACIONES: PARÁMETROS DE ENTRADA AL MODELO .....</b>	<b>9</b>
<b>7. RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>	<b>10</b>
7.1. Simulaciones.....	10
7.1.1. <i>Biogás</i> .....	10
7.1.2. <i>Metano</i> .....	11
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>11</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Coordenadas aproximadas del punto medio de la Celda nº 3 (ETRS89).....	<b>4</b>
<b>Tabla 2.</b> Volumen anual de residuos a depositar .....	<b>4</b>
<b>Tabla 3.</b> Cuadro comparativo entre los simuladores disponibles. ....	<b>6</b>
<b>Tabla 4.</b> Toneladas anuales de residuos depositados en la Celda nº 3.....	<b>9</b>
<b>Tabla 5.</b> Parámetros introducidos los modelos.....	<b>9</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2. Producción teórica de gas total (m <sup>3</sup> /h) en la Celda nº 3 una vez llenada, sellada y clausurada (2026-2065)....	10
Ilustración 3. Producción teórica de metano (m <sup>3</sup> /h) en la Celda nº3 una vez llenada, sellada y clausura (2026-2065). ....	11

## ANEXOS

ANEXO I. PLANOS

ANEXO II. INPUTS MODELOS MATEMÁTICOS

## 1. INTRODUCCION

El presente informe constituye el Estudio teórico de generación de biogas en la futura Celda nº 3 del Vertedero de Residuos No Peligrosos de la Planta de Compostaje, Secado Térmico y Vertedero de Loeches (Madrid), realizado a petición del Canal de Isabel II SA (en adelante, el cliente). Ver ubicación en plano 1 del **ANEXO I**.

Con este estudio se pretende determinar por métodos teóricos reconocidos la cantidad aproximada de metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), que en conjunto se denominan “gas de vertedero” o “biogás”, y que se generan a partir de la descomposición anaerobia de la materia orgánica acumulada en el interior del vertedero. Los residuos acumulados en la Celda nº 3 del Vertedero de Loeches son residuos de cribado y desarenado del pretratamiento de ciertas E.D.A.R. de la Comunidad de Madrid (en adelante, residuos), por lo que contienen un porcentaje variable de materia orgánica<sup>1</sup>.

El estudio se ha desarrollado a partir de la realización de un estudio teórico de generación de biogás, utilizando diferentes y reconocidos modelos matemáticos. Estos modelos que simulan las curvas de emisión teórica de metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y ácido sulfhídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), se basan en la ecuación de primer orden de descomposición de la materia orgánica, y parten de la premisa de que los únicos residuos capaces de generar biogás, compuesto aproximadamente por un 50% en volumen de  $\text{CO}_2$  y un 50% de  $\text{CH}_4$ , son los residuos domésticos equiparables a urbanos por su fracción orgánica. Para este estudio en particular, los residuos de la Celda nº3 se deben equiparar a residuos urbanos con un determinado porcentaje de fracción orgánica.

Una vez calculada aproximadamente la cantidad de gas de vertedero que se podrá generar, se podrá proponer una solución adecuada para la gestión del mismo.

## 2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

El objetivo fundamental de este estudio es conocer el potencial de generación de biogás de la Celda nº 3 del vertedero de Residuos No Peligrosos de la Planta de Tratamiento de Lodos de Loeches (Madrid), para considerar la optimización de su gestión. Para lo cual, ha sido necesario completar los siguientes trabajos:

- Simulación de la producción teórica de biogás del vertedero, utilizando modelos matemáticos adecuados y de reconocido prestigio.

## 3. ANTECEDENTES

### 3.1. Información previa

Para la realización del estudio teórico la información previa disponible ha sido la siguiente:

- Memoria ambiental para la Autorización Ambiental Integrada del proyecto de Ampliación del vertedero en el término municipal de Loeches (Madrid) (documento 1).
- Anteproyecto de ampliación del vertedero de Loeches. Memoria, planos y presupuesto (documento 2)
- Estudio de generación de biogás en la celda nº 1 de la planta de tratamiento de lodos de Loeches (Madrid). Estudio teórico y de campo, realizado por Envirosoil SL en 2016 (documento 3).

### 3.2. Antecedentes del emplazamiento

#### 3.2.1. Morfología del vertedero

El Vertedero de Residuos No Peligrosos de la Planta está constituido, entre otras instalaciones, por dos celdas de morfología rectangular denominadas Celda nº 1 (situada al sur del emplazamiento) y Celda nº 2 (emplazada

---

<sup>1</sup> Datos facilitados por el cliente.

al norte de la celda nº1). Entre las dos, tienen una capacidad de almacenamiento de unos 56.000 m<sup>3</sup>: La celda nº 1 ya se completó y selló hace unos años y actualmente es la celda nº 2 la que se encuentra en explotación. Esta prevista la construcción de una tercera celda, al norte de la celda nº2 con una capacidad de 160.934 m<sup>3</sup> la cual es objeto del presente de estudio teórico. Las coordenadas aproximadas del punto medio de la Celda nº 3 son las siguientes (Tabla 1):

**Tabla 1.** Coordenadas aproximadas del punto medio de la Celda nº 3 (ETRS89).

PUNTO	HUSO UTM	X	Y
Celda nº3	30	465.385,47	4.474388,48

Se dispone de planos en planta y perfiles topográficos precisos de los vasos de vertido, la disposición de los mismos, localización geográfica y planos topográficos se incluyen en el documento 1. La ubicación de la celda nº3 dentro del vertedero se refleja en el plano 2 del **ANEXO I**.

### 3.2.2. Sistema de desgasificación

El sistema de desgasificación de la celda nº3 no se encuentra descrito ni en el documento 1 ni en el documento 2 descritos en el apartado 3.1 información previa. Únicamente se indica que la capa de drenaje de gases será una lámina GEORED PEAD con dos geotextiles de PP termofijados a la geored. Se deberá diseñar el sistema de pozos de desgasificación y su red de extracción de biogas.

### 3.2.3. Naturaleza de residuos almacenados

Como ya se ha avanzado anteriormente, los residuos almacenados en el vertedero son residuos de cribado y desarenado procedentes del pretratamiento de diferentes E.D.A.R. de la Comunidad de Madrid gestionadas por el Canal de Isabel II S.A. Son residuos compuestos fundamentalmente por trapos, fibras textiles, papel y cartón; con contenidos variables en materia orgánica (hasta el 29%) y arenas.

### 3.2.4. Sistema de deposición de residuos

Según se ha indica en el documento 1, los residuos a depositar serán los reflejados en la tabla siguiente:

**Tabla 2.** Volumen anual de residuos a depositar

RESIDUO	VOLUMEN ANUAL DEPOSITADO
Lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales urbanas (LER 19.08.05)	18.300 t/año, que tras su paso por el secado atmosférico se transformarán como máximo en 10.450 t/año
Fracción no compostada de residuos de procedencia animal o vegetal LER 19 05 02 y compost fuera de especificación (LER 19 0503)	2.000 t/año
Residuos de cribado (LER 19 08 01) y desarenado (LER 19 08 02)	5.000 t/año
Mezclas de residuos municipales (LER 20 03 01)	100,4 t/año
Carbón activo usado (LER 19 09 04) procedentes de ETAP	10 t/año

Según la tabla, se estima un vertido máximo de 17.560 t /año de residuo, empezando su vertido en el año 2026.

## 4. METANOGENÉISIS EN VERTEDEROS

### 4.1. Proceso de generación de biogás

La formación de biogás se produce por la descomposición de la materia orgánica presente en los residuos, en una primera fase aeróbica y posteriormente anaeróbica y bacteriana. Este proceso genera el denominado “gas de vertedero” o “biogás”, compuesto principalmente de metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), en una proporción próxima al 50% respectivamente.

Además del metano y dióxido de carbono, el biogás incluye pequeñas cantidades de nitrógeno, hidrógeno y sulfuro de hidrógeno, junto con otros gases en cantidades traza, por ejemplo, cloruro de vinilo, benceno, tolueno, alcanos, ésteres, compuestos organosulfurosos y otros hidrocarburos clorados; estos gases se denominan compuestos orgánicos volátiles (COV).

A diferencia de lo que sucede en la fermentación aeróbica, donde las bacterias consumen el oxígeno disponible y desprenden dióxido de carbono, en el proceso anaeróbico se distinguen dos fases: en la primera, las bacterias transforman la materia orgánica en alcoholes, aldehídos y ácidos, los cuales se transforman en dióxido de carbono y metano, la segunda fase del proceso anaeróbico es la denominada metanogénesis.

El proceso de fermentación anaeróbica de la materia orgánica es el resultado de la acción combinada de varios grupos de microorganismos. Un grupo de bacterias favorece la hidrólisis de las cadenas complejas orgánicas en azúcares, aminoácidos y ácidos grasos. A continuación, también por acción bacteriana, se produce una fase de fermentación o acidogénesis, donde estas sustancias se transforman en compuestos intermedios: acetatos, formiatos, metanol, hidrógeno, y dióxido de carbono, entre otros. Por último, un grupo de bacterias (metanobacterias) generan metano a partir de la descomposición del ácido acético, principalmente.

Cabe destacar que la fase inicial de fermentación aeróbica es muy exotérmica, pudiéndose alcanzar temperaturas del orden de  $70^\circ\text{C}$ . En cambio, en la etapa anaeróbica la temperatura disminuye hasta los  $25$  y  $40^\circ\text{C}$ , dependiendo de factores como las características del vertedero y las condiciones ambientales del emplazamiento: radiación solar, temperatura, y humedad ambiente, etc.

El proceso de formación del biogás de un vertedero tradicional comprende las siguientes fases:

- **Fase 1:** Se inicia inmediatamente tras el vertido de residuos. Se produce una fermentación aeróbica, con una importante formación de  $\text{CO}_2$ . Esta fase tiene una duración de unos quince días y los componentes mayoritarios del gas formado son el nitrógeno y el dióxido de carbono.
- **Fase 2:** Consumido el oxígeno en el interior de la masa de residuos, se inicia la descomposición anaeróbica aumentando la concentración de  $\text{CO}_2$  y de  $\text{H}_2$  y disminuyendo la de  $\text{N}_2$  presente. Esta fase suele durar unos dos meses.
- **Fase 3:** La descomposición anaeróbica se desarrolla plenamente. Comienza a aumentar la concentración de metano, mientras que disminuye las de  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2$ . Esta fase suele durar de dos a seis meses.
- **Fase 4:** Durante esta fase de estabilización, las proporciones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{CO}_2$  se mantienen sensiblemente constantes, con valores próximos al 55% y 45% respectivamente. La producción sostenida de metano tiene una duración que puede variar entre 5 y 10 años, aunque puede llegar a prolongarse hasta periodos de 20 a 25 años. Esta sería la fase en la que se encontraría actualmente el vertedero.
- **Fase 5:** Fase de decrecimiento en la generación de biogás por consumo de la materia orgánica disponible. La presión del metano se reduce, lo que puede inducir el asentamiento de la masa de residuos y la entrada de oxígeno, reactivándose condiciones aerobias que reducen aún más la producción de metano.

### 4.2. Producción teórica de metano

La descomposición de la materia orgánica genera la reducción paulatina de la masa de residuos depositada en el vertedero. En parte, esta disminución de la masa se ve compensada por la entrada constante de residuos

hasta que concluye el periodo de explotación y se sella la masa de residuos. A partir de este momento la producción de gas disminuirá paulatinamente.

Para determinar la producción de gas se considera la entrada de residuos como incrementos de un año de duración. Como existe un periodo de estabilización de los residuos hasta que se produce la fase de metanización, en la mayoría de los modelos se asume que no se produce gas durante el año inicial de explotación. Por tanto, la producción de biogás comienza, para estos modelos, a partir del año siguiente del inicio de las labores de disposición de residuos.

El modelo de producción de gas se ha diseñado de tal manera que la entrada anual es un registro independiente, lo que permite establecer la cantidad de residuos almacenados. Sin embargo, la composición de los residuos, la eficacia en la descomposición y la producción de gas se establecen para la totalidad de la masa de residuos.

El metano producido dentro de un vertedero viene recogido por la siguiente expresión:

$$Q = L_0 T (e^{-kc} \cdot e^{-kt})$$

, donde:

Q	=	caudal de generación de metano (m3/año).
L <sub>0</sub>	=	potencial de generación de metano.
T	=	tasa de residuos depositada (t/año).
K	=	constante de generación de metano, dependiente del clima donde se sitúe el vertedero.
c	=	período transcurrido desde la clausura del vertedero (año).
t	=	periodo transcurrido desde el inicio del vertido de residuos (año).

Esta es la ecuación de tasa de descomposición de materia orgánica de primer orden, que permite estimar el caudal de generación de metano (Q) por año que producirá una masa de residuos con un cierto porcentaje de materia orgánica. En conclusión, para los modelos basados en esta ecuación el caudal de generación de metano depende fundamentalmente de la tasa de residuos depositada cada año, el potencial de generación de metano de los residuos y el momento de clausura o sellado de la masa de residuos.

## 5. SIMULADORES DE GENERACIÓN DE BIOGÁS

Con el objeto de conocer la cantidad teórica de producción de biogás en el vertedero, se ha elaborado una serie de simulaciones con diferentes simuladores matemáticos de reconocido prestigio.

Inicialmente se ha hecho una comparativa entre los simuladores disponibles en la bibliografía de referencia, con el fin de seleccionar los más adecuados a la información disponible del emplazamiento (Tabla 3)

**Tabla 3.** Cuadro comparativo entre los simuladores disponibles.

Modelos y características principales	LandGEM	Scholl Canyon	Afvalzorg	GasSim	LFGE	Colombia	EPER France / Germany	CALMIM
Estima la emisión de biogás	X	X	X	X	-	X	X	X
Requiere gran nº datos de entrada	-	-	-	X	-	X	-	-
Dispone de base de datos	X	X	-	-	-	X	-	X
Base de datos adaptada por regiones	-	-	X	X	X	X	X	X
Requiere datos técnicos de la celda	-	-	-	X	-	-	-	X
Datos basados en vertederos de EEUU	X	X	-	-	X	X		X
Composición similar vertederos España	-	-	X	X	-	-	X	-
Datos y referencias basados en IPCC <sup>2</sup>	-	-	X	X	-	-	X	-

<sup>2</sup> Grupo Intergubernamental del Cambio Climático.

Modelos y características principales	LandGEM	Scholl Canyon	Afvalzorg	GasSim	LFGE	Colombia	EPER France / Germany	CALMIM
Datos y referencias basados en EPA <sup>3</sup>	X	X	-	-	X	X	-	X

De entre los simuladores analizados, debido a la falta de datos sobre el material vertido y como se ha solicitado que se hiciera el estudio con los mismos datos que en 2016, esta ingeniería ha optado por emplear los modelos más fáciles de utilizar y con mayor capacidad de adaptación a las características de la masa de residuos objeto del presente estudio, además, por tratarse de modelos simplificados a partir de modelos más complejos se han elegido los siguientes simuladores: LandGEM, Scholl Canyon y Afvalzorg.

Todos estos simuladores emplean variaciones del modelo matemático basado en la ecuación de tasa de descomposición de primer orden para estimar la cantidad de biogás producido y su evolución temporal.

Cabe mencionar que, aunque estos modelos estiman las emisiones de biogás producidas teóricamente en un vertedero de residuos domésticos, en este estudio se han adaptado las variables al residuo de cribado y desarenado.

Por otro lado puntualizar que, las estimaciones de caudal de biogás generadas con estos modelos, son las que se producirían tras el sellado del vertedero y no durante su explotación.

### 5.1. LandGEM

Para este estudio se ha utilizado el simulador Landfill Gas Emissions Model (LandGEM), versión 3.03 de junio de 2020 desarrollado por la United States Environmental Protection (USEPA).

Este modelo estima las emisiones de biogás producidas en el vertedero. Además de estimar individualmente, los gases componentes del biogás: metano, dióxido de carbono y COV, entre otros.

El programa se basa en la ecuación matemática de descomposición de primer orden, donde se estima la cantidad anual de metano que se produce en el vertedero y a partir de ésta, las cantidades de emisiones de los otros gases contaminantes. Esta ecuación es:

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 k L_0 \left( \frac{M_i}{10} \right) e^{-kt_{ij}}$$

, donde

$Q_{CH_4}$	=	generación anual de metano en el año considerado ( $m^3/año$ ).
$i$	=	incremento anual.
$n$	=	(año considerado) – (año de comienzo de vertido).
$j$	=	incremento de 0,1 años.
$k$	=	tasa de generación de metano ( $años^{-1}$ ).
$L_0$	=	potencial de generación de metano ( $m^3/t$ ).
$M_i$	=	masa de residuo aceptada en el i-año (t).
$t_{ij}$	=	edad en la j-sección de la masa de residuo aceptada en el i-año (año).

La ecuación cuenta con unos factores de emisión o parámetros que proporcionan una información adecuada para estimar con mayor precisión la cantidad y tipo de emisiones que se generan en el vertedero.

El modelo utiliza dos factores de emisión por defecto: la constante de generación de biogás ( $k$ ), variable en función de la temperatura, humedad, disponibilidad de nutrientes para microorganismos y pH, y el potencial de generación de metano ( $L_0$ ), influido por el tipo y composición de los residuos.

Es necesario introducir una serie de factores en el programa, en particular la cantidad anual de residuos que recibe el vertedero en el período considerado, el año de apertura y clausura del depósito, la tasa de generación

<sup>3</sup> Agencia de medioambiente de los Estados Unidos.



de metano ( $\text{años}^{-1}$ ), el potencial de generación de metano ( $\text{m}^3/\text{t}$ ), la concentración de los componentes orgánicos no metánicos (NMOC, ppm de hexano) y el porcentaje en volumen de metano (% por volumen).

El programa contempla por defecto algunos valores prestablecidos para la  $k$ ,  $L_0$ , NMOC y el porcentaje de volumen de metano, en función de las condiciones climáticas del emplazamiento, y ciertos valores empíricos obtenidos por investigaciones en múltiples vertederos.

## 5.2. Scholl Canyon Gas Generation Model

Este modelo, también desarrollado por la USEPA, fue utilizado en la década de los 90' durante el desarrollo en la regulación de los gases de vertedero en Estados Unidos. Al igual que antes, el modelo se basa en la ecuación de descomposición de primer orden, que utiliza las características específicas del emplazamiento para estimar la tasa de generación de biogás.

En ausencia de datos específicos del vertedero, el programa dispone de base de datos con todas las variables de entrada del modelo. Estos valores por defecto proceden de experiencias reales en vertederos de EEUU.

La ecuación matemática en la que se basa el programa es:

$$Q_{CH_4i} = k * L_0 * m_i * e^{-kt}$$

, donde:

$Q_{CH_4}$	=	metano producido en un año $i$ ( $\text{m}^3/\text{año}$ ).
$k$	=	tasa de generación de metano ( $\text{año}^{-1}$ ).
$L_0$	=	potencial de generación de metano ( $\text{m}^3/\text{t}$ ).
$m_i$	=	masa de residuos dispuesta en el año $i$ (t).
$t_i$	=	años después de la clausura (año).

La interfaz del programa informático es similar al modelo LangGEM, pero más simplificada. En una hoja de cálculo se introducen las toneladas anuales depositadas en el vertedero para el periodo considerado, la  $k$ ,  $L_0$  y el tiempo de explotación del vertedero.

Este programa hace una distinción entre residuos relativamente inertes (sin materia orgánica), residuos moderadamente descomponibles (con cierta cantidad de materia orgánica) y residuos descomponibles (con mayor cantidad de materia orgánica); éstos son los que se han tenido en cuenta a la hora de lanzar la simulación, teniendo en cuenta el porcentaje de materia orgánica medio detectado en las analíticas.

## 5.3. Modelo multifásico Afvalzorg

Este modelo, desarrollado por la Universidad Agrícola de Wageningen (Holanda), se basa en el modelo TNO y en las recomendaciones del "Adviescentrum Stortgas" (centro de asesoramiento de gases de vertedero). Está basado en las ecuaciones y los valores estándar recomendados en las directrices del 2006 para los vertederos de residuos sólidos, establecidas por el Grupo Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC).

La ventaja de un modelo de tipo multifase es que la composición de los residuos puede ser más detallada. En este modelo existen ocho categorías diferentes de residuo: industriales, de construcción, alimentarios, domésticos, vegetales, lodos procedentes de depuradoras y suelos, así como tres fracciones diferenciadas: emisión de  $\text{CH}_4$ , oxidación de  $\text{CH}_4$  y recuperación de  $\text{CH}_4$ . Para cada fracción, se calcula una producción de gas diferente.

El modelo multifásico se basa en la ecuación de descomposición de primer orden, según la siguiente expresión:

$$\alpha_t = \zeta \sum_{i=1}^3 cAC_{0,i} k_{1,i} e^{-k_{1,i}t}$$

, donde:

$\alpha_t$	=	producción de gas en un tiempo dado ( $\text{m}^3/\text{año}$ ).
$\zeta$	=	factor de disimilación (valores empíricos procedentes de investigaciones en vertederos holandeses).
$i$	=	fracción de residuos con una tasa de degradación $k_{1,i}$



c	=	factor de conversión ( $\text{m}^3.\text{kg}$ ).
A	=	cantidad de residuos en el emplazamiento (t).
$C_0$	=	cantidad de materia orgánica en el emplazamiento ( $\text{kg/t}$ ).
k	=	tasa de generación de metano ( $\text{año}^{-1}$ ).
t	=	tiempo transcurrido desde la deposición (año).

La interfaz del programa es más compleja que los modelos anteriores, por existir una mayor diversidad de residuos y un mayor número de variables, factores y datos de partida a introducir en el modelo: la cantidad anual de residuos admitidos en el vertedero, tasa de generación de metano, porcentaje de cada tipo de residuo, el factor de oxidación (utilizado cuando se persigue la reducción de las emisiones gaseosas de un vertedero), el factor de corrección de metano MCF (que hace referencia al modo de almacenamiento de los residuos) y la eficiencia de recuperación de gas (valores obtenidos según tablas tabuladas).

## 6. SIMULACIONES: PARÁMETROS DE ENTRADA AL MODELO

Los datos introducidos en cada modelo han sido los más ajustados a las características climáticas del vertedero, al tipo de gestión del residuo y al tipo de residuo, que en este caso, por petición del cliente, han sido los mismos empleados para la realización del estudio teórico de 2016 (documento 3). La cantidad total de residuos a disponer se ha estimado entre la capacidad máxima de residuos a almacenar en la celda nº3 y la cantidad máxima de tipo de residuo a recibir por año (tabla 2).

La tabla siguiente muestra las cantidades de residuos en toneladas que se han introducido en las modelizaciones. Se ha estimado que el vertido comenzará en el año 2026 y que se verterá de forma homogénea hasta el llenado del mismo, al no disponer de previsión ajustada de entrada y tipo de residuos. Se ha tenido en cuenta una densidad media de residuos de  $1,025 \text{ t/m}^3$  y un volumen disponible en la Celda nº3 de  $160.934 \text{ m}^3$ .

**Tabla 4.** Toneladas anuales de residuos depositados en la Celda nº 3

Año	Residuos depositados en Celda nº 3 (t)
2026	17.560
2027	17.560
2028	17.560
2029	17.560
2030	17.560
2031	17.560
2032	17.560
2033	17.560
2034	17.560
2035	6.917

La ecuación matemática de descomposición de primer orden, en la que se basan los tres simuladores informáticos utilizados, depende básicamente de la masa de residuos considerada, la composición de los gases emitidos, de la tasa de generación de metano  $k$  y del potencial de generación de metano  $L_0$ . La cantidad de biogás generado es directamente proporcional a estas cuatro variables, por lo que es importante fijar valores adecuados para no incurrir en una desviación del potencial teórico de generación de biogás. En la tabla siguiente se resumen los parámetros introducidos en cada uno de los tres modelos utilizados:

**Tabla 5.** Parámetros introducidos los modelos.

Modelos	k ( $\text{año}^{-1}$ )	$L_0$ ( $\text{m}^3/\text{t}$ )	NMOC (ppmv)	%CH <sub>4</sub> (% volumen)	Particularidades de cada modelo
LandGEM	0,02	20	4.000	40	Gases simulados: gas total, CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> S. 40% de CH <sub>4</sub> y 60% de CO <sub>2</sub> .
Scholl Canyon	0,02	20	-	40	Simulación con el 20% de residuos almacenados como residuos descomponibles. 40% de CH <sub>4</sub> y 60% de CO <sub>2</sub> .

Afvalzorg	0,02	-	-	50	Factor de oxidación OX = 10% Factor de corrección de metano MCF = 0,5 (gestionado semi-anaeróbico). DOC = 0,05 (lodos de depuradora). Eficiencia de recuperación = 0,5 (valor por defecto).
-----------	------	---	---	----	--

Se ha adoptado un punto de vista prudente respecto a la concentración de metano producido, la tasa de generación de metano y la capacidad potencial de generación de metano por los residuos, asignando valores de  $k$  y  $L_0$  típicos de regiones áridas de poco potencial de producción. De este modo, los resultados obtenidos en la simulación serán los menos favorables y permitirán realizar una estimación más conservadora y posiblemente más ajustada a las condiciones reales del vertedero objeto del presente estudio.

## 7. RESULTADOS OBTENIDOS

### 7.1. Simulaciones

En este apartado se exponen los resultados obtenidos de las simulaciones con los tres modelos elegidos.

Cabe señalar que estos modelos simulan la generación de biogás a partir del año de sellado y clausura de la celda, que en el caso del vertedero de Loeches, se estima 2035, tras el llenado completo del vertedero. Además, la generación de biogás se proyectará hasta el año 2065 es decir, contando 30 años<sup>4</sup> a partir del año de sellado de la celda de vertido.

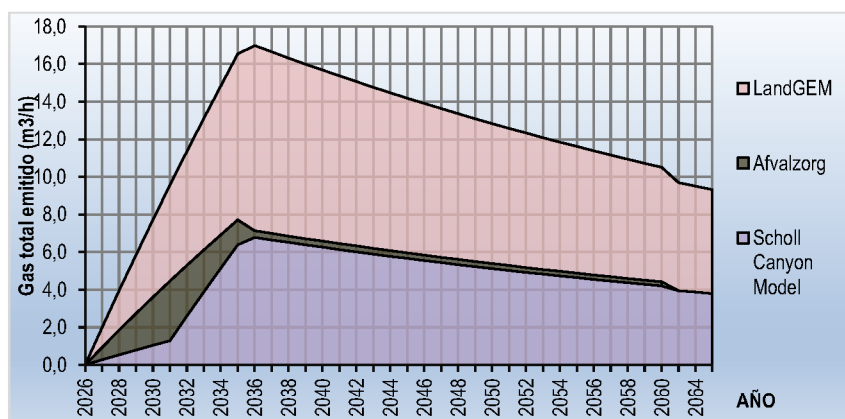
La simulación realizada para la Celda nº 3 una vez clausurada obtendrá el máximo teórico de producción de biogás para dicho periodo de tiempo, a partir del cual se discutirá la mejor solución de gestión para el biogás generado.

Para las simulaciones se ha considerado un gas de vertedero compuesto por un 40% de  $\text{CH}_4$ , con el objeto de realizar una estimación prudente. Los resultados completos de las modelizaciones realizadas se incluyen en el **ANEXO II** del presente documento.

#### 7.1.1. Biogás

Se ha modelizado la curva teórica de emisión de biogás hasta el año 2065 tras el sellado y clausura de la Celda nº 3 en 2035, la cual se representa en la ilustración siguiente. Las cantidades de residuos introducidas para la simulación son las expuestas en la Tabla 4. Para el resto de parámetros se ha considerado lo expuesto en la Tabla 5.

Ilustración 1. Producción teórica de gas total ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) en la Celda nº 3 una vez llenada, sellada y clausurada (2026-2065).



<sup>4</sup> RD 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, en su Art. 14.2, cita: "Tras la clausura definitiva del vertedero, [...], la entidad explotadora será responsable de su mantenimiento, de la vigilancia, análisis y control de los lixiviados del vertedero, y, en su caso, de los gases generados, así como del régimen de aguas subterráneas [...]. El plazo de la fase posclausura durante el que la entidad explotadora será responsable del vertedero, [...], teniendo en cuenta el tiempo durante el cual el vertedero pueda entrañar un riesgo significativo para la salud de las personas y el medio ambiente [...]. En ningún caso dicho plazo podrá ser inferior a **treinta años**."

Como se puede observar, existen diferencias en los resultados obtenidos en los tres modelos, debidas a los diferentes parámetros introducidos y ecuaciones utilizadas. La producción de biogás total obtenida con el modelo LandGEM es mayor que las obtenidas con los modelos Afvalzorg y Scholl Canyon Model. La producción máxima total de **biogás estimada es 16,98 m<sup>3</sup>/h** (modelo LandGEM) en el año posterior a la clausura del vertedero, en el año 2036. En todos los modelos los picos de producción máximos se localizan un año después de la clausura del vertedero, en el año 2036. En los años consecutivos disminuye gradualmente la producción de biogás. Se observa que la curva de decrecimiento simulada por el modelo LandGEM es más acentuada que en las simuladas por los otros dos modelos.

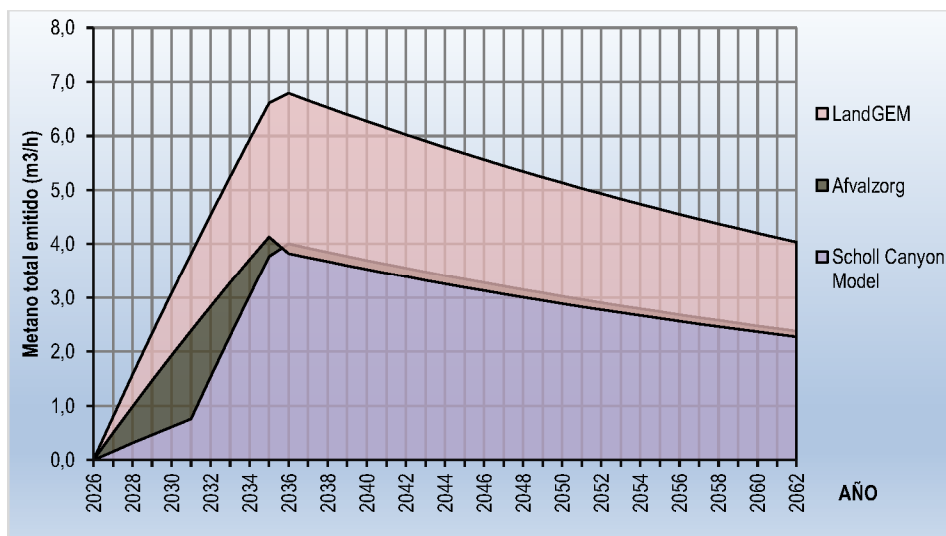
Los resultados obtenidos con las modelizaciones son teóricos y, por lo tanto, pueden diferir de la productividad real del vertedero. Factores como la dilución de otros gases, el buen sellado del vertedero, la compactación y porosidad del residuo almacenado o las variaciones climáticas, pueden influir en la productividad real del vertedero.

### 7.1.2. Metano

En la ilustración 2 se representan los resultados de producción teórica de metano de los tres modelos matemáticos utilizados. Nuevamente se observan diferencias en los resultados obtenidos, aunque siempre dentro del mismo orden de magnitud.

La estimación de producción teórica de **metano máxima es de 6,79 m<sup>3</sup>/h en 2036**, según el modelo LandGEM. Además, las diferencias en las producciones teóricas de metano son menores entre los modelos LandGEM y Afvalzorg (este modelo permite introducir la naturaleza del residuo almacenado, en este caso se ha modelizado como lodos de depuradora). Estos caudales de extracción son, no obstante, los máximos estimados para el vertedero si no existiese dilución por mezcla con otros gases.

Ilustración 2. Producción teórica de metano (m<sup>3</sup>/h) en la Celda n°3 una vez llenada, sellada y clausura (2026-2065).



## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se prevé la construcción de la celda n°3 del vertedero de la Planta de Compostaje, Secado Térmico y Vertedero de Loeches (Madrid) con una capacidad de almacenamiento de 160.934 m<sup>3</sup>.

Se ha realizado una modelización teórica de producción de biogás y de metano en el vertedero mediante el empleo de 3 softwares de referencia y teniendo en cuenta los datos empleados en la modelización de la celda n°1 que se hizo en el año 2016.

Se estima que la cantidad teórica máxima de biogás que genera el vertedero será en el año 2036, el año posterior a su clausura (se ha estimado un llenado de 2026 a 2035), será de 16,98 m<sup>3</sup>/h según el modelo LandGem y 6-8 m<sup>3</sup>/h en los otros dos modelos, Afvalzorg y Schol Canyon Model. Con respecto a al metano, el

modelo LandGEm estima una generación de 6,79 m<sup>3</sup>/h en 2036 y prácticamente 4 m<sup>3</sup>/h siguiendo los otros dos modelos que ofrecen resultados más parecidos.

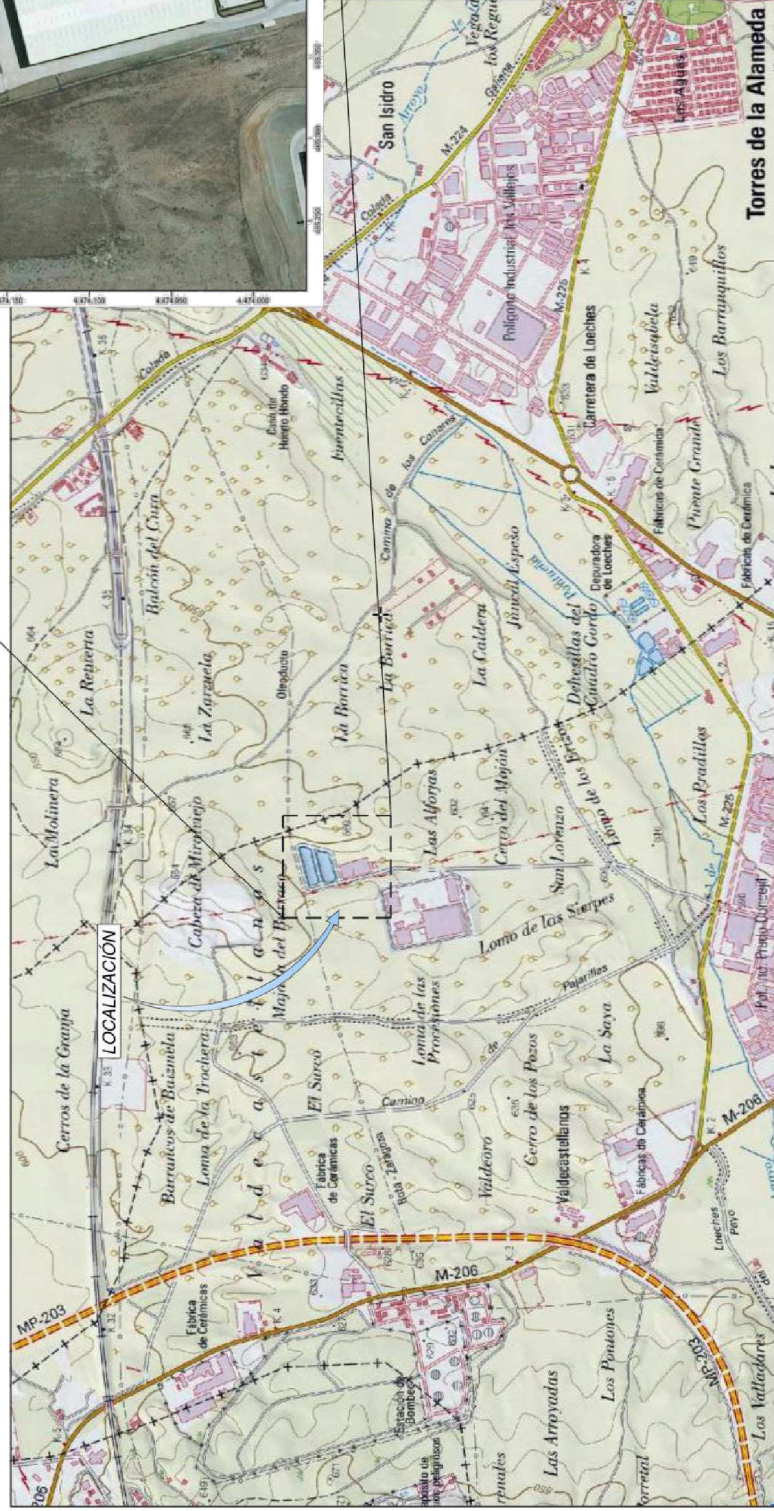
Todos estos aspectos deberán ser corroborados mediante ensayos de campo de producción real de biogas, metano y dióxido de carbono. Para que el gas de vertedero fuera aprovechable, las concentraciones deberían ser relativamente equilibradas en la mayoría de los pozos (50% de CH<sub>4</sub> y 50% de CO<sub>2</sub>, aproximadamente), relativamente constantes durante cierto periodo de tiempo.

Un biogas aprovechable para funcionamiento como combustible debería tener porcentajes de metano de al menos el 60%, aspecto que prácticamente no se detectó durante la realización de los trabajos de campo de valoración del biogas de la celda nº 1 en 2016. Como el tipo de residuo a almacenar en la celda nº3 es similar al almacenado en la celda nº1, se esperan resultados similares, es decir, con presencia de un biogas con poca calidad para su empleo como combustible.

## **ANEXO I**

### **PLANOS**

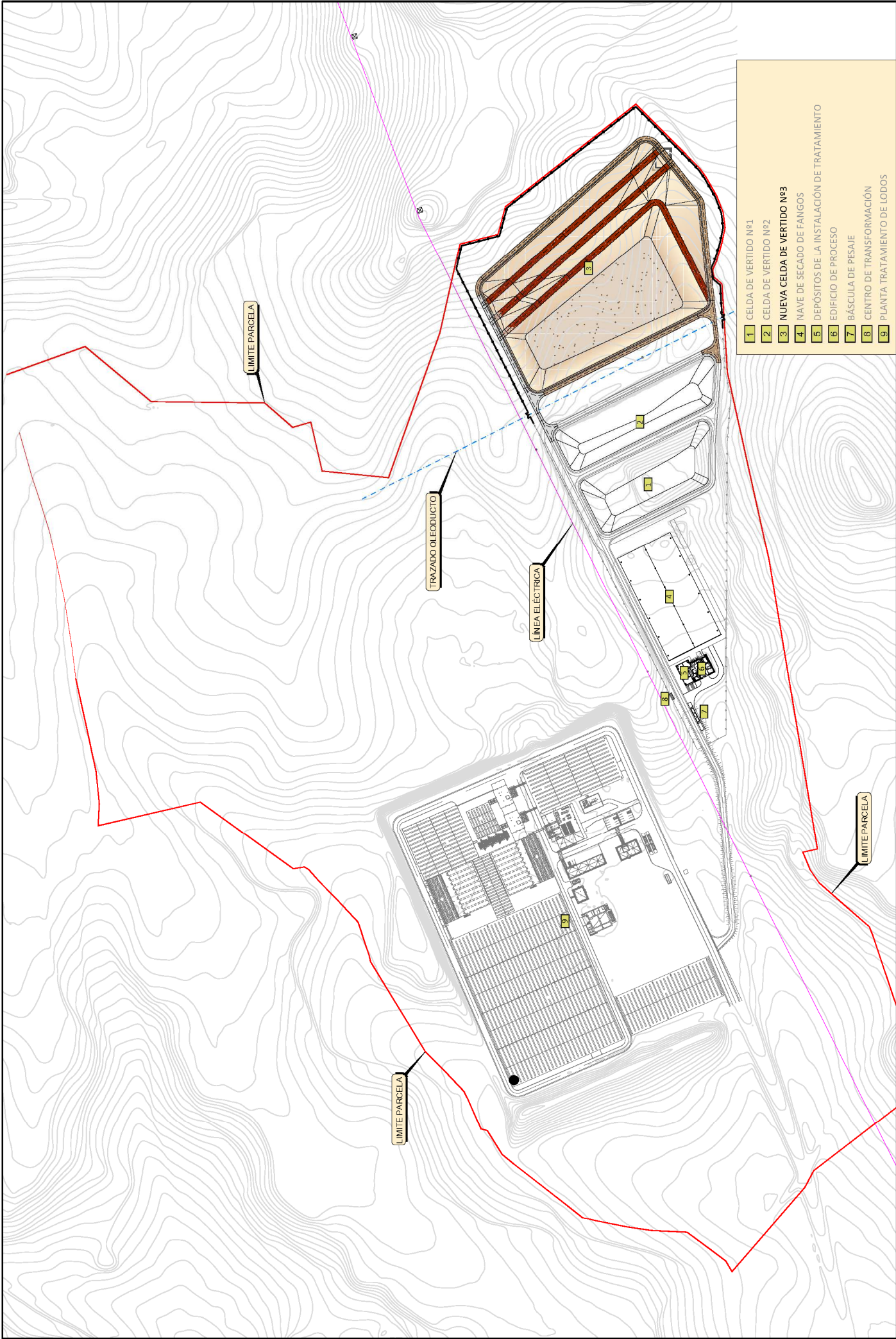




<div><div></div><div>N</div></div>		ESCALA		DIN A3 1/20.000		PROYECTO		DESIGNACIÓN		EXPEDIENTE: E241.48E		CLIENTE		envirosoil		FECHA		NOMBRE		FIRMA			
<div><div></div><div>0</div><div>50</div><div>100</div><div>150</div><div>200</div><div>250 (m.)</div></div>		<div><div></div></div>				ESTUDIO TEÓRICO DE GENERACIÓN DE BIOMÁS EN LA CEIDA Nº 3 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE Lodos DE LOECHES (MADR D)		LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y FOTOGRAFÍA AÉREA		PLANO Nº1		Hojas 1/1		<div><div></div><div>Canal de Isabel II</div></div>				Proyectado		Mar. 2025			
										Dibujado		Mar. 2025											
										Revisado		Mar. 2025											







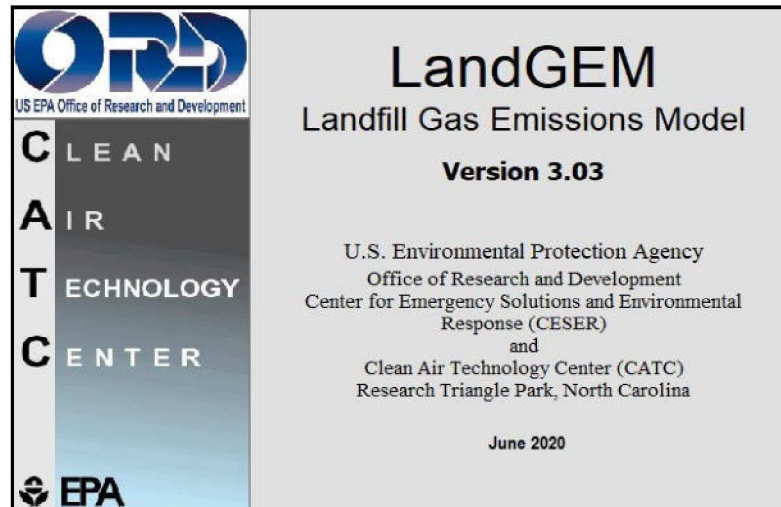
		CLIENTE		EXPEDIENTE: E241.88E		PROYECTO	ESTUDIO TEÓRICO DE GENERACIÓN DE BIOMASA EN LA CELDA Nº 3 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODOS DE LOECHES (MADRID)	ESCALA	DIN A3 1/3.500		
Canal de Isabel II		PLANO Nº2		Hoja 1/1							
UBICACIÓN DE LA CELDA 3											
enviросoil		CLIENTE		EXPEDIENTE: E241.88E		DESIGNACIÓN	UBICACIÓN DE LA CELDA 3				
Proyectado		Mar. 2025									
Dibujado		Mar. 2025									
Revisado		Mar. 2025									





## **ANEXO II**

### **INPUTS MODELOS MATEMÁTICOS**



## Summary Report

**Landfill Name or Identifier:** Celda nº 3 Planta de tratamiento de lodos de Loeches

**Date:** martes, 4 de marzo de 2025

**Description/Comments:**

### About LandGEM:

First-Order Decomposition Rate Equation:

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 k L_0 \left( \frac{M_i}{10} \right) e^{-kt_{ij}}$$

Where,

$Q_{CH_4}$  = annual methane generation in the year of the calculation ( $m^3/year$ )

$i$  = 1-year time increment

$n$  = (year of the calculation) - (initial year of waste acceptance)

$j$  = 0.1-year time increment

$k$  = methane generation rate ( $year^{-1}$ )

$L_0$  = potential methane generation capacity ( $m^3/Mg$ )

$M_i$  = mass of waste accepted in the  $i^{th}$  year ( $Mg$ )

$t_{ij}$  = age of the  $j^{th}$  section of waste mass  $M_i$  accepted in the  $i^{th}$  year ( $decimal\ years$ , e.g., 3.2 years)

LandGEM is based on a first-order decomposition rate equation for quantifying emissions from the decomposition of landfilled waste in municipal solid waste (MSW) landfills. The software provides a relatively simple approach to estimating landfill gas emissions. Model defaults are based on empirical data from U.S. landfills. Field test data can also be used in place of model defaults when available. Further guidance on EPA test methods, Clean Air Act (CAA) regulations, and other guidance regarding landfill gas emissions and control technology requirements can be found at <http://www.epa.gov/ttnatw01/landfill/landflpg.html>.

LandGEM is considered a screening tool — the better the input data, the better the estimates. Often, there are limitations with the available data regarding waste quantity and composition, variation in design and operating practices over time, and changes occurring over time that impact the emissions potential. Changes to landfill operation, such as operating under wet conditions through leachate recirculation or other liquid additions, will result in generating more gas at a faster rate. Defaults for estimating emissions for this type of operation are being developed to include in LandGEM along with defaults for conventional landfills (no leachate or liquid additions) for developing emission inventories and determining CAA applicability. Refer to the Web site identified above for future updates.

## Input Review

### LANDFILL CHARACTERISTICS

Landfill Open Year	<b>2026</b>	
Landfill Closure Year (with 80-year limit)	<b>2035</b>	
Actual Closure Year (without limit)	<b>2035</b>	
Have Model Calculate Closure Year?	<b>No</b>	
Waste Design Capacity		<i>megagrams</i>

### MODEL PARAMETERS

Methane Generation Rate, k	<b>0,020</b>	<i>year<sup>-1</sup></i>
Potential Methane Generation Capacity, L <sub>0</sub>	<b>20</b>	<i>m<sup>3</sup>/Mg</i>
NMOC Concentration	<b>4.000</b>	<i>ppmv as hexane</i>
Methane Content	<b>40</b>	<i>% by volume</i>

### GASES / POLLUTANTS SELECTED

Gas / Pollutant #1:	<b>Total landfill gas</b>
Gas / Pollutant #2:	<b>Methane</b>
Gas / Pollutant #3:	<b>Carbon dioxide</b>
Gas / Pollutant #4:	<b>Hydrogen sulfide</b>

### WASTE ACCEPTANCE RATES

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)
2026	17.560	19.316	0	0
2027	17.560	19.316	17.560	19.316
2028	17.560	19.316	35.120	38.632
2029	17.560	19.316	52.680	57.948
2030	17.560	19.316	70.240	77.264
2031	17.560	19.316	87.800	96.580
2032	17.560	19.316	105.360	115.896
2033	17.560	19.316	122.920	135.212
2034	17.560	19.316	140.480	154.528
2035	6.917	7.609	158.040	173.844
2036	0	0	164.957	181.453
2037	0	0	164.957	181.453
2038	0	0	164.957	181.453
2039	0	0	164.957	181.453
2040	0	0	164.957	181.453
2041	0	0	164.957	181.453
2042	0	0	164.957	181.453
2043	0	0	164.957	181.453
2044	0	0	164.957	181.453
2045	0	0	164.957	181.453
2046	0	0	164.957	181.453
2047	0	0	164.957	181.453
2048	0	0	164.957	181.453
2049	0	0	164.957	181.453
2050	0	0	164.957	181.453
2051	0	0	164.957	181.453
2052	0	0	164.957	181.453
2053	0	0	164.957	181.453
2054	0	0	164.957	181.453
2055	0	0	164.957	181.453
2056	0	0	164.957	181.453
2057	0	0	164.957	181.453
2058	0	0	164.957	181.453
2059	0	0	164.957	181.453
2060	0	0	164.957	181.453
2061	0	0	164.957	181.453
2062	0	0	164.957	181.453
2063	0	0	164.957	181.453
2064	0	0	164.957	181.453
2065	0	0	164.957	181.453

## WASTE ACCEPTANCE RATES (Continued)

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)
2066	0	0	164.957	181.453
2067	0	0	164.957	181.453
2068	0	0	164.957	181.453
2069	0	0	164.957	181.453
2070	0	0	164.957	181.453
2071	0	0	164.957	181.453
2072	0	0	164.957	181.453
2073	0	0	164.957	181.453
2074	0	0	164.957	181.453
2075	0	0	164.957	181.453
2076	0	0	164.957	181.453
2077	0	0	164.957	181.453
2078	0	0	164.957	181.453
2079	0	0	164.957	181.453
2080	0	0	164.957	181.453
2081	0	0	164.957	181.453
2082	0	0	164.957	181.453
2083	0	0	164.957	181.453
2084	0	0	164.957	181.453
2085	0	0	164.957	181.453
2086	0	0	164.957	181.453
2087	0	0	164.957	181.453
2088	0	0	164.957	181.453
2089	0	0	164.957	181.453
2090	0	0	164.957	181.453
2091	0	0	164.957	181.453
2092	0	0	164.957	181.453
2093	0	0	164.957	181.453
2094	0	0	164.957	181.453
2095	0	0	164.957	181.453
2096	0	0	164.957	181.453
2097	0	0	164.957	181.453
2098	0	0	164.957	181.453
2099	0	0	164.957	181.453
2100	0	0	164.957	181.453
2101	0	0	164.957	181.453
2102	0	0	164.957	181.453
2103	0	0	164.957	181.453
2104	0	0	164.957	181.453
2105	0	0	164.957	181.453

## Pollutant Parameters

### Gas / Pollutant Default Parameters:

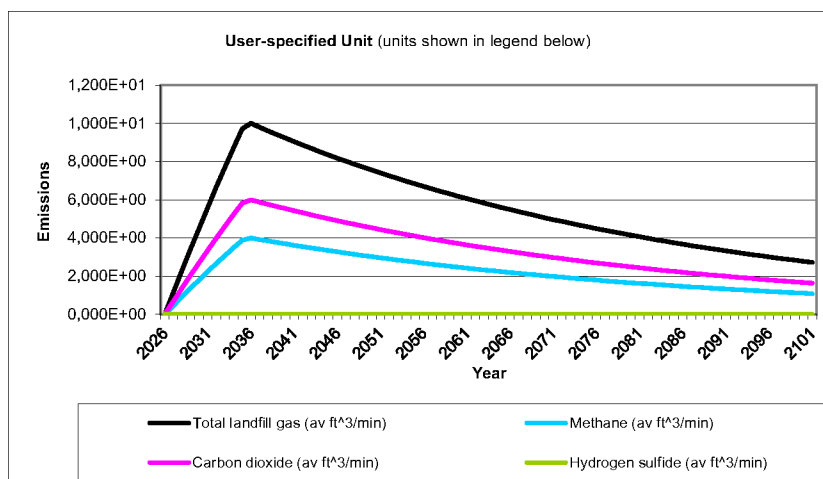
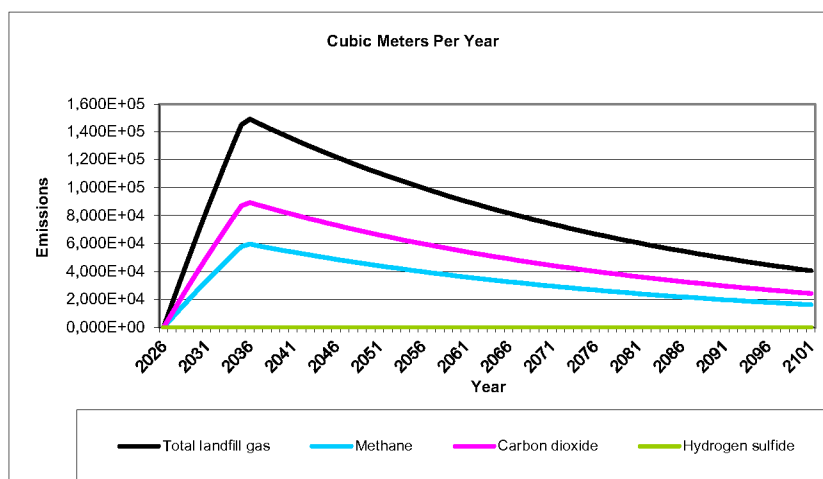
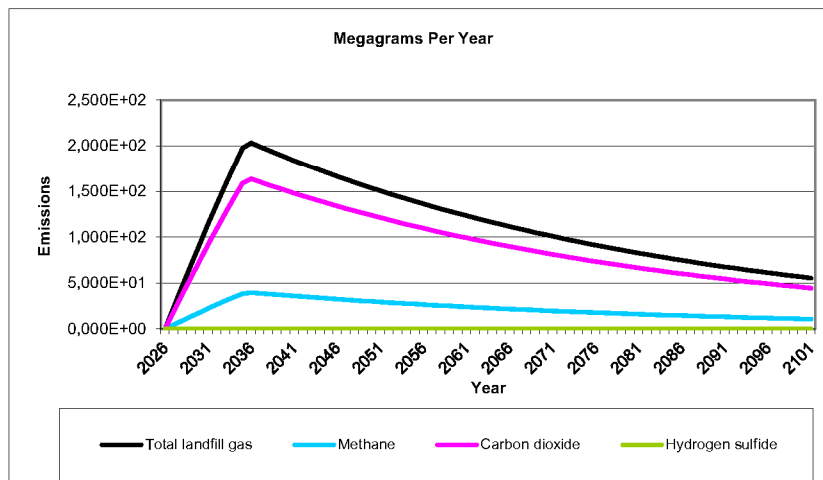
### User-specified Pollutant Parameters:

	Compound	Concentration (ppmv)	Molecular Weight	Concentration (ppmv)	Molecular Weight
<b>Gases</b>	Total landfill gas		0,00		
	Methane		16,04		
	Carbon dioxide		44,01		
	NMOC	4.000	86,18		
<b>Pollutants</b>	1,1,1-Trichloroethane (methyl chloroform) - HAP	0,48	133,41		
	1,1,2,2- Tetrachloroethane - HAP/VOC	1,1	167,85		
	1,1-Dichloroethane (ethylidene dichloride) - HAP/VOC	2,4	98,97		
	1,1-Dichloroethene (vinylidene chloride) - HAP/VOC	0,20	96,94		
	1,2-Dichloroethane (ethylene dichloride) - HAP/VOC	0,41	98,96		
	1,2-Dichloropropane (propylene dichloride) - HAP/VOC	0,18	112,99		
	2-Propanol (isopropyl alcohol) - VOC	50	60,11		
	Acetone	7,0	58,08		
	Acrylonitrile - HAP/VOC	6,3	53,06		
	Benzene - No or Unknown Co-disposal - HAP/VOC	1,9	78,11		
	Benzene - Co-disposal - HAP/VOC	11	78,11		
	Bromodichloromethane - VOC	3,1	163,83		
	Butane - VOC	5,0	58,12		
	Carbon disulfide - HAP/VOC	0,58	76,13		
	Carbon monoxide	140	28,01		
	Carbon tetrachloride - HAP/VOC	4,0E-03	153,84		
	Carbonyl sulfide - HAP/VOC	0,49	60,07		
	Chlorobenzene - HAP/VOC	0,25	112,56		
	Chlorodifluoromethane	1,3	86,47		
	Chloroethane (ethyl chloride) - HAP/VOC	1,3	64,52		
	Chloroform - HAP/VOC	0,03	119,39		
	Chloromethane - VOC	1,2	50,49		
	Dichlorobenzene - (HAP for para isomer/VOC)	0,21	147		
	Dichlorodifluoromethane	16	120,91		
	Dichlorofluoromethane - VOC	2,6	102,92		
	Dichloromethane (methylene chloride) - HAP	14	84,94		
	Dimethyl sulfide (methyl sulfide) - VOC	7,8	62,13		
	Ethane	890	30,07		
	Ethanol - VOC	27	46,08		

### Pollutant Parameters (Continued)

[illegible]

## Graphs





## Results

Year	Total landfill gas			Methane		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)
2026	0	0	0	0	0	0
2027	2,376E+01	1,740E+04	1,169E+00	4,644E+00	6,961E+03	4,677E-01
2028	4,705E+01	3,446E+04	2,315E+00	9,196E+00	1,378E+04	9,262E-01
2029	6,987E+01	5,118E+04	3,439E+00	1,366E+01	2,047E+04	1,376E+00
2030	9,225E+01	6,757E+04	4,540E+00	1,803E+01	2,703E+04	1,816E+00
2031	1,142E+02	8,364E+04	5,620E+00	2,232E+01	3,345E+04	2,248E+00
2032	1,357E+02	9,938E+04	6,678E+00	2,652E+01	3,975E+04	2,671E+00
2033	1,567E+02	1,148E+05	7,715E+00	3,064E+01	4,593E+04	3,086E+00
2034	1,774E+02	1,299E+05	8,731E+00	3,468E+01	5,198E+04	3,492E+00
2035	1,976E+02	1,448E+05	9,728E+00	3,864E+01	5,791E+04	3,891E+00
2036	2,031E+02	1,488E+05	9,996E+00	3,970E+01	5,951E+04	3,998E+00
2037	1,991E+02	1,458E+05	9,798E+00	3,891E+01	5,833E+04	3,919E+00
2038	1,951E+02	1,429E+05	9,604E+00	3,814E+01	5,717E+04	3,841E+00
2039	1,913E+02	1,401E+05	9,413E+00	3,739E+01	5,604E+04	3,765E+00
2040	1,875E+02	1,373E+05	9,227E+00	3,665E+01	5,493E+04	3,691E+00
2041	1,838E+02	1,346E+05	9,044E+00	3,592E+01	5,384E+04	3,618E+00
2042	1,801E+02	1,319E+05	8,865E+00	3,521E+01	5,278E+04	3,546E+00
2043	1,766E+02	1,293E+05	8,690E+00	3,451E+01	5,173E+04	3,476E+00
2044	1,731E+02	1,268E+05	8,518E+00	3,383E+01	5,071E+04	3,407E+00
2045	1,696E+02	1,243E+05	8,349E+00	3,316E+01	4,970E+04	3,340E+00
2046	1,663E+02	1,218E+05	8,184E+00	3,250E+01	4,872E+04	3,273E+00
2047	1,630E+02	1,194E+05	8,022E+00	3,186E+01	4,776E+04	3,209E+00
2048	1,598E+02	1,170E+05	7,863E+00	3,123E+01	4,681E+04	3,145E+00
2049	1,566E+02	1,147E+05	7,707E+00	3,061E+01	4,588E+04	3,083E+00
2050	1,535E+02	1,124E+05	7,554E+00	3,000E+01	4,497E+04	3,022E+00
2051	1,505E+02	1,102E+05	7,405E+00	2,941E+01	4,408E+04	2,962E+00
2052	1,475E+02	1,080E+05	7,258E+00	2,883E+01	4,321E+04	2,903E+00
2053	1,446E+02	1,059E+05	7,115E+00	2,826E+01	4,235E+04	2,846E+00
2054	1,417E+02	1,038E+05	6,974E+00	2,770E+01	4,152E+04	2,789E+00
2055	1,389E+02	1,017E+05	6,836E+00	2,715E+01	4,069E+04	2,734E+00
2056	1,361E+02	9,972E+04	6,700E+00	2,661E+01	3,989E+04	2,680E+00
2057	1,334E+02	9,775E+04	6,568E+00	2,608E+01	3,910E+04	2,627E+00
2058	1,308E+02	9,581E+04	6,438E+00	2,557E+01	3,832E+04	2,575E+00
2059	1,282E+02	9,391E+04	6,310E+00	2,506E+01	3,757E+04	2,524E+00
2060	1,257E+02	9,205E+04	6,185E+00	2,457E+01	3,682E+04	2,474E+00
2061	1,232E+02	9,023E+04	6,063E+00	2,408E+01	3,609E+04	2,425E+00
2062	1,207E+02	8,844E+04	5,943E+00	2,360E+01	3,538E+04	2,377E+00
2063	1,183E+02	8,669E+04	5,825E+00	2,313E+01	3,468E+04	2,330E+00
2064	1,160E+02	8,498E+04	5,710E+00	2,268E+01	3,399E+04	2,284E+00
2065	1,137E+02	8,329E+04	5,597E+00	2,223E+01	3,332E+04	2,239E+00
2066	1,115E+02	8,164E+04	5,486E+00	2,179E+01	3,266E+04	2,194E+00
2067	1,093E+02	8,003E+04	5,377E+00	2,136E+01	3,201E+04	2,151E+00
2068	1,071E+02	7,844E+04	5,271E+00	2,093E+01	3,138E+04	2,108E+00
2069	1,050E+02	7,689E+04	5,166E+00	2,052E+01	3,076E+04	2,066E+00
2070	1,029E+02	7,537E+04	5,064E+00	2,011E+01	3,015E+04	2,026E+00
2071	1,009E+02	7,388E+04	4,964E+00	1,971E+01	2,955E+04	1,985E+00
2072	9,885E+01	7,241E+04	4,865E+00	1,932E+01	2,896E+04	1,946E+00
2073	9,690E+01	7,098E+04	4,769E+00	1,894E+01	2,839E+04	1,908E+00
2074	9,498E+01	6,957E+04	4,675E+00	1,857E+01	2,783E+04	1,870E+00
2075	9,310E+01	6,820E+04	4,582E+00	1,820E+01	2,728E+04	1,833E+00

**Results (Continued)**

Year	Total landfill gas			Methane		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)
2076	9,125E+01	6,684E+04	4,491E+00	1,784E+01	2,674E+04	1,797E+00
2077	8,945E+01	6,552E+04	4,402E+00	1,748E+01	2,621E+04	1,761E+00
2078	8,768E+01	6,422E+04	4,315E+00	1,714E+01	2,569E+04	1,726E+00
2079	8,594E+01	6,295E+04	4,230E+00	1,680E+01	2,518E+04	1,692E+00
2080	8,424E+01	6,171E+04	4,146E+00	1,647E+01	2,468E+04	1,658E+00
2081	8,257E+01	6,048E+04	4,064E+00	1,614E+01	2,419E+04	1,626E+00
2082	8,093E+01	5,929E+04	3,983E+00	1,582E+01	2,371E+04	1,593E+00
2083	7,933E+01	5,811E+04	3,905E+00	1,551E+01	2,324E+04	1,562E+00
2084	7,776E+01	5,696E+04	3,827E+00	1,520E+01	2,278E+04	1,531E+00
2085	7,622E+01	5,583E+04	3,751E+00	1,490E+01	2,233E+04	1,501E+00
2086	7,471E+01	5,473E+04	3,677E+00	1,460E+01	2,189E+04	1,471E+00
2087	7,323E+01	5,364E+04	3,604E+00	1,432E+01	2,146E+04	1,442E+00
2088	7,178E+01	5,258E+04	3,533E+00	1,403E+01	2,103E+04	1,413E+00
2089	7,036E+01	5,154E+04	3,463E+00	1,375E+01	2,062E+04	1,385E+00
2090	6,897E+01	5,052E+04	3,394E+00	1,348E+01	2,021E+04	1,358E+00
2091	6,760E+01	4,952E+04	3,327E+00	1,321E+01	1,981E+04	1,331E+00
2092	6,626E+01	4,854E+04	3,261E+00	1,295E+01	1,942E+04	1,305E+00
2093	6,495E+01	4,758E+04	3,197E+00	1,270E+01	1,903E+04	1,279E+00
2094	6,367E+01	4,664E+04	3,133E+00	1,245E+01	1,865E+04	1,253E+00
2095	6,241E+01	4,571E+04	3,071E+00	1,220E+01	1,829E+04	1,229E+00
2096	6,117E+01	4,481E+04	3,011E+00	1,196E+01	1,792E+04	1,204E+00
2097	5,996E+01	4,392E+04	2,951E+00	1,172E+01	1,757E+04	1,180E+00
2098	5,877E+01	4,305E+04	2,893E+00	1,149E+01	1,722E+04	1,157E+00
2099	5,761E+01	4,220E+04	2,835E+00	1,126E+01	1,688E+04	1,134E+00
2100	5,647E+01	4,136E+04	2,779E+00	1,104E+01	1,655E+04	1,112E+00
2101	5,535E+01	4,054E+04	2,724E+00	1,082E+01	1,622E+04	1,090E+00
2102	5,425E+01	3,974E+04	2,670E+00	1,061E+01	1,590E+04	1,068E+00
2103	5,318E+01	3,895E+04	2,617E+00	1,040E+01	1,558E+04	1,047E+00
2104	5,213E+01	3,818E+04	2,565E+00	1,019E+01	1,527E+04	1,026E+00
2105	5,109E+01	3,743E+04	2,515E+00	9,988E+00	1,497E+04	1,006E+00
2106	5,008E+01	3,669E+04	2,465E+00	9,790E+00	1,467E+04	9,860E-01
2107	4,909E+01	3,596E+04	2,416E+00	9,596E+00	1,438E+04	9,664E-01
2108	4,812E+01	3,525E+04	2,368E+00	9,406E+00	1,410E+04	9,473E-01
2109	4,716E+01	3,455E+04	2,321E+00	9,220E+00	1,382E+04	9,285E-01
2110	4,623E+01	3,386E+04	2,275E+00	9,037E+00	1,355E+04	9,101E-01
2111	4,532E+01	3,319E+04	2,230E+00	8,858E+00	1,328E+04	8,921E-01
2112	4,442E+01	3,254E+04	2,186E+00	8,683E+00	1,301E+04	8,745E-01
2113	4,354E+01	3,189E+04	2,143E+00	8,511E+00	1,276E+04	8,571E-01
2114	4,268E+01	3,126E+04	2,100E+00	8,342E+00	1,250E+04	8,402E-01
2115	4,183E+01	3,064E+04	2,059E+00	8,177E+00	1,226E+04	8,235E-01
2116	4,100E+01	3,004E+04	2,018E+00	8,015E+00	1,201E+04	8,072E-01
2117	4,019E+01	2,944E+04	1,978E+00	7,857E+00	1,178E+04	7,912E-01
2118	3,940E+01	2,886E+04	1,939E+00	7,701E+00	1,154E+04	7,756E-01
2119	3,862E+01	2,829E+04	1,901E+00	7,548E+00	1,131E+04	7,602E-01
2120	3,785E+01	2,773E+04	1,863E+00	7,399E+00	1,109E+04	7,452E-01
2121	3,710E+01	2,718E+04	1,826E+00	7,252E+00	1,087E+04	7,304E-01
2122	3,637E+01	2,664E+04	1,790E+00	7,109E+00	1,066E+04	7,159E-01
2123	3,565E+01	2,611E+04	1,754E+00	6,968E+00	1,044E+04	7,018E-01
2124	3,494E+01	2,559E+04	1,720E+00	6,830E+00	1,024E+04	6,879E-01
2125	3,425E+01	2,509E+04	1,686E+00	6,695E+00	1,004E+04	6,743E-01
2126	3,357E+01	2,459E+04	1,652E+00	6,562E+00	9,836E+03	6,609E-01

**Results (Continued)**

Year	Total landfill gas			Methane		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)
2127	3,291E+01	2,410E+04	1,620E+00	6,432E+00	9,642E+03	6,478E-01
2128	3,225E+01	2,363E+04	1,587E+00	6,305E+00	9,451E+03	6,350E-01
2129	3,162E+01	2,316E+04	1,556E+00	6,180E+00	9,264E+03	6,224E-01
2130	3,099E+01	2,270E+04	1,525E+00	6,058E+00	9,080E+03	6,101E-01
2131	3,038E+01	2,225E+04	1,495E+00	5,938E+00	8,900E+03	5,980E-01
2132	2,977E+01	2,181E+04	1,465E+00	5,820E+00	8,724E+03	5,862E-01
2133	2,918E+01	2,138E+04	1,436E+00	5,705E+00	8,551E+03	5,746E-01
2134	2,861E+01	2,095E+04	1,408E+00	5,592E+00	8,382E+03	5,632E-01
2135	2,804E+01	2,054E+04	1,380E+00	5,481E+00	8,216E+03	5,520E-01
2136	2,749E+01	2,013E+04	1,353E+00	5,373E+00	8,053E+03	5,411E-01
2137	2,694E+01	1,973E+04	1,326E+00	5,266E+00	7,894E+03	5,304E-01
2138	2,641E+01	1,934E+04	1,300E+00	5,162E+00	7,738E+03	5,199E-01
2139	2,588E+01	1,896E+04	1,274E+00	5,060E+00	7,584E+03	5,096E-01
2140	2,537E+01	1,859E+04	1,249E+00	4,960E+00	7,434E+03	4,995E-01
2141	2,487E+01	1,822E+04	1,224E+00	4,861E+00	7,287E+03	4,896E-01
2142	2,438E+01	1,786E+04	1,200E+00	4,765E+00	7,143E+03	4,799E-01
2143	2,389E+01	1,750E+04	1,176E+00	4,671E+00	7,001E+03	4,704E-01
2144	2,342E+01	1,716E+04	1,153E+00	4,578E+00	6,863E+03	4,611E-01
2145	2,296E+01	1,682E+04	1,130E+00	4,488E+00	6,727E+03	4,520E-01
2146	2,250E+01	1,648E+04	1,108E+00	4,399E+00	6,594E+03	4,430E-01
2147	2,206E+01	1,616E+04	1,086E+00	4,312E+00	6,463E+03	4,342E-01
2148	2,162E+01	1,584E+04	1,064E+00	4,226E+00	6,335E+03	4,256E-01
2149	2,119E+01	1,552E+04	1,043E+00	4,143E+00	6,210E+03	4,172E-01
2150	2,077E+01	1,522E+04	1,022E+00	4,061E+00	6,087E+03	4,090E-01
2151	2,036E+01	1,492E+04	1,002E+00	3,980E+00	5,966E+03	4,009E-01
2152	1,996E+01	1,462E+04	9,823E-01	3,901E+00	5,848E+03	3,929E-01
2153	1,956E+01	1,433E+04	9,629E-01	3,824E+00	5,732E+03	3,851E-01
2154	1,918E+01	1,405E+04	9,438E-01	3,748E+00	5,619E+03	3,775E-01
2155	1,880E+01	1,377E+04	9,251E-01	3,674E+00	5,507E+03	3,700E-01
2156	1,842E+01	1,350E+04	9,068E-01	3,601E+00	5,398E+03	3,627E-01
2157	1,806E+01	1,323E+04	8,888E-01	3,530E+00	5,291E+03	3,555E-01
2158	1,770E+01	1,297E+04	8,712E-01	3,460E+00	5,187E+03	3,485E-01
2159	1,735E+01	1,271E+04	8,540E-01	3,392E+00	5,084E+03	3,416E-01
2160	1,701E+01	1,246E+04	8,371E-01	3,325E+00	4,983E+03	3,348E-01
2161	1,667E+01	1,221E+04	8,205E-01	3,259E+00	4,885E+03	3,282E-01
2162	1,634E+01	1,197E+04	8,042E-01	3,194E+00	4,788E+03	3,217E-01
2163	1,602E+01	1,173E+04	7,883E-01	3,131E+00	4,693E+03	3,153E-01
2164	1,570E+01	1,150E+04	7,727E-01	3,069E+00	4,600E+03	3,091E-01
2165	1,539E+01	1,127E+04	7,574E-01	3,008E+00	4,509E+03	3,030E-01
2166	1,508E+01	1,105E+04	7,424E-01	2,949E+00	4,420E+03	2,970E-01

**Results (Continued)**

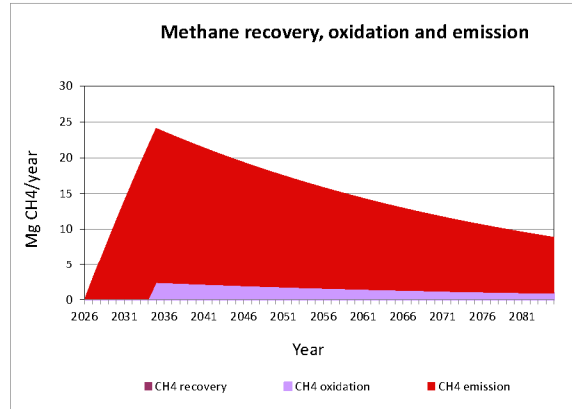
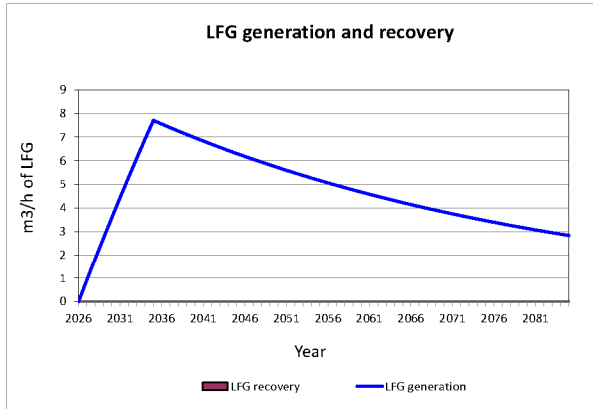
Year	Carbon dioxide			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)
2026	0	0	0	0	0	0
2027	1,911E+01	1,044E+04	7,016E-01	8,881E-04	6,265E-01	4,209E-05
2028	3,785E+01	2,068E+04	1,389E+00	1,759E-03	1,241E+00	8,336E-05
2029	5,621E+01	3,071E+04	2,063E+00	2,612E-03	1,843E+00	1,238E-04
2030	7,421E+01	4,054E+04	2,724E+00	3,448E-03	2,433E+00	1,634E-04
2031	9,186E+01	5,018E+04	3,372E+00	4,268E-03	3,011E+00	2,023E-04
2032	1,092E+02	5,963E+04	4,007E+00	5,071E-03	3,578E+00	2,404E-04
2033	1,261E+02	6,889E+04	4,629E+00	5,859E-03	4,133E+00	2,777E-04
2034	1,427E+02	7,797E+04	5,239E+00	6,631E-03	4,678E+00	3,143E-04
2035	1,590E+02	8,687E+04	5,837E+00	7,388E-03	5,212E+00	3,502E-04
2036	1,634E+02	8,926E+04	5,997E+00	7,591E-03	5,356E+00	3,598E-04
2037	1,602E+02	8,749E+04	5,879E+00	7,441E-03	5,250E+00	3,527E-04
2038	1,570E+02	8,576E+04	5,762E+00	7,294E-03	5,146E+00	3,457E-04
2039	1,539E+02	8,406E+04	5,648E+00	7,149E-03	5,044E+00	3,389E-04
2040	1,508E+02	8,240E+04	5,536E+00	7,008E-03	4,944E+00	3,322E-04
2041	1,478E+02	8,077E+04	5,427E+00	6,869E-03	4,846E+00	3,256E-04
2042	1,449E+02	7,917E+04	5,319E+00	6,733E-03	4,750E+00	3,192E-04
2043	1,420E+02	7,760E+04	5,214E+00	6,600E-03	4,656E+00	3,128E-04
2044	1,392E+02	7,606E+04	5,111E+00	6,469E-03	4,564E+00	3,066E-04
2045	1,365E+02	7,456E+04	5,009E+00	6,341E-03	4,473E+00	3,006E-04
2046	1,338E+02	7,308E+04	4,910E+00	6,215E-03	4,385E+00	2,946E-04
2047	1,311E+02	7,163E+04	4,813E+00	6,092E-03	4,298E+00	2,888E-04
2048	1,285E+02	7,021E+04	4,718E+00	5,972E-03	4,213E+00	2,831E-04
2049	1,260E+02	6,882E+04	4,624E+00	5,853E-03	4,129E+00	2,775E-04
2050	1,235E+02	6,746E+04	4,533E+00	5,737E-03	4,048E+00	2,720E-04
2051	1,210E+02	6,613E+04	4,443E+00	5,624E-03	3,968E+00	2,666E-04
2052	1,186E+02	6,482E+04	4,355E+00	5,513E-03	3,889E+00	2,613E-04
2053	1,163E+02	6,353E+04	4,269E+00	5,403E-03	3,812E+00	2,561E-04
2054	1,140E+02	6,227E+04	4,184E+00	5,296E-03	3,736E+00	2,511E-04
2055	1,117E+02	6,104E+04	4,101E+00	5,191E-03	3,662E+00	2,461E-04
2056	1,095E+02	5,983E+04	4,020E+00	5,089E-03	3,590E+00	2,412E-04
2057	1,074E+02	5,865E+04	3,941E+00	4,988E-03	3,519E+00	2,364E-04
2058	1,052E+02	5,749E+04	3,863E+00	4,889E-03	3,449E+00	2,318E-04
2059	1,031E+02	5,635E+04	3,786E+00	4,792E-03	3,381E+00	2,272E-04
2060	1,011E+02	5,523E+04	3,711E+00	4,697E-03	3,314E+00	2,227E-04
2061	9,910E+01	5,414E+04	3,638E+00	4,604E-03	3,248E+00	2,183E-04
2062	9,714E+01	5,307E+04	3,566E+00	4,513E-03	3,184E+00	2,139E-04
2063	9,522E+01	5,202E+04	3,495E+00	4,424E-03	3,121E+00	2,097E-04
2064	9,333E+01	5,099E+04	3,426E+00	4,336E-03	3,059E+00	2,055E-04
2065	9,148E+01	4,998E+04	3,358E+00	4,250E-03	2,999E+00	2,015E-04
2066	8,967E+01	4,899E+04	3,291E+00	4,166E-03	2,939E+00	1,975E-04
2067	8,789E+01	4,802E+04	3,226E+00	4,084E-03	2,881E+00	1,936E-04
2068	8,615E+01	4,707E+04	3,162E+00	4,003E-03	2,824E+00	1,897E-04
2069	8,445E+01	4,613E+04	3,100E+00	3,924E-03	2,768E+00	1,860E-04
2070	8,278E+01	4,522E+04	3,038E+00	3,846E-03	2,713E+00	1,823E-04
2071	8,114E+01	4,433E+04	2,978E+00	3,770E-03	2,660E+00	1,787E-04
2072	7,953E+01	4,345E+04	2,919E+00	3,695E-03	2,607E+00	1,752E-04
2073	7,796E+01	4,259E+04	2,861E+00	3,622E-03	2,555E+00	1,717E-04
2074	7,641E+01	4,174E+04	2,805E+00	3,550E-03	2,505E+00	1,683E-04
2075	7,490E+01	4,092E+04	2,749E+00	3,480E-03	2,455E+00	1,650E-04

**Results (Continued)**

Year	Carbon dioxide			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)
2076	7,342E+01	4,011E+04	2,695E+00	3,411E-03	2,406E+00	1,617E-04
2077	7,196E+01	3,931E+04	2,641E+00	3,344E-03	2,359E+00	1,585E-04
2078	7,054E+01	3,853E+04	2,589E+00	3,277E-03	2,312E+00	1,553E-04
2079	6,914E+01	3,777E+04	2,538E+00	3,212E-03	2,266E+00	1,523E-04
2080	6,777E+01	3,702E+04	2,488E+00	3,149E-03	2,221E+00	1,493E-04
2081	6,643E+01	3,629E+04	2,438E+00	3,086E-03	2,177E+00	1,463E-04
2082	6,511E+01	3,557E+04	2,390E+00	3,025E-03	2,134E+00	1,434E-04
2083	6,382E+01	3,487E+04	2,343E+00	2,965E-03	2,092E+00	1,406E-04
2084	6,256E+01	3,418E+04	2,296E+00	2,907E-03	2,051E+00	1,378E-04
2085	6,132E+01	3,350E+04	2,251E+00	2,849E-03	2,010E+00	1,351E-04
2086	6,011E+01	3,284E+04	2,206E+00	2,793E-03	1,970E+00	1,324E-04
2087	5,892E+01	3,219E+04	2,163E+00	2,737E-03	1,931E+00	1,298E-04
2088	5,775E+01	3,155E+04	2,120E+00	2,683E-03	1,893E+00	1,272E-04
2089	5,661E+01	3,092E+04	2,078E+00	2,630E-03	1,855E+00	1,247E-04
2090	5,549E+01	3,031E+04	2,037E+00	2,578E-03	1,819E+00	1,222E-04
2091	5,439E+01	2,971E+04	1,996E+00	2,527E-03	1,783E+00	1,198E-04
2092	5,331E+01	2,912E+04	1,957E+00	2,477E-03	1,747E+00	1,174E-04
2093	5,226E+01	2,855E+04	1,918E+00	2,428E-03	1,713E+00	1,151E-04
2094	5,122E+01	2,798E+04	1,880E+00	2,380E-03	1,679E+00	1,128E-04
2095	5,021E+01	2,743E+04	1,843E+00	2,333E-03	1,646E+00	1,106E-04
2096	4,921E+01	2,688E+04	1,806E+00	2,286E-03	1,613E+00	1,084E-04
2097	4,824E+01	2,635E+04	1,771E+00	2,241E-03	1,581E+00	1,062E-04
2098	4,728E+01	2,583E+04	1,736E+00	2,197E-03	1,550E+00	1,041E-04
2099	4,635E+01	2,532E+04	1,701E+00	2,153E-03	1,519E+00	1,021E-04
2100	4,543E+01	2,482E+04	1,667E+00	2,111E-03	1,489E+00	1,000E-04
2101	4,453E+01	2,433E+04	1,634E+00	2,069E-03	1,460E+00	9,807E-05
2102	4,365E+01	2,384E+04	1,602E+00	2,028E-03	1,431E+00	9,613E-05
2103	4,278E+01	2,337E+04	1,570E+00	1,988E-03	1,402E+00	9,422E-05
2104	4,194E+01	2,291E+04	1,539E+00	1,948E-03	1,375E+00	9,236E-05
2105	4,111E+01	2,246E+04	1,509E+00	1,910E-03	1,347E+00	9,053E-05
2106	4,029E+01	2,201E+04	1,479E+00	1,872E-03	1,321E+00	8,874E-05
2107	3,949E+01	2,158E+04	1,450E+00	1,835E-03	1,295E+00	8,698E-05
2108	3,871E+01	2,115E+04	1,421E+00	1,799E-03	1,269E+00	8,526E-05
2109	3,795E+01	2,073E+04	1,393E+00	1,763E-03	1,244E+00	8,357E-05
2110	3,719E+01	2,032E+04	1,365E+00	1,728E-03	1,219E+00	8,191E-05
2111	3,646E+01	1,992E+04	1,338E+00	1,694E-03	1,195E+00	8,029E-05
2112	3,574E+01	1,952E+04	1,312E+00	1,660E-03	1,171E+00	7,870E-05
2113	3,503E+01	1,914E+04	1,286E+00	1,627E-03	1,148E+00	7,714E-05
2114	3,433E+01	1,876E+04	1,260E+00	1,595E-03	1,125E+00	7,562E-05
2115	3,365E+01	1,839E+04	1,235E+00	1,564E-03	1,103E+00	7,412E-05
2116	3,299E+01	1,802E+04	1,211E+00	1,533E-03	1,081E+00	7,265E-05
2117	3,233E+01	1,766E+04	1,187E+00	1,502E-03	1,060E+00	7,121E-05
2118	3,169E+01	1,731E+04	1,163E+00	1,473E-03	1,039E+00	6,980E-05
2119	3,107E+01	1,697E+04	1,140E+00	1,443E-03	1,018E+00	6,842E-05
2120	3,045E+01	1,664E+04	1,118E+00	1,415E-03	9,981E-01	6,706E-05
2121	2,985E+01	1,631E+04	1,096E+00	1,387E-03	9,784E-01	6,574E-05
2122	2,926E+01	1,598E+04	1,074E+00	1,359E-03	9,590E-01	6,444E-05
2123	2,868E+01	1,567E+04	1,053E+00	1,332E-03	9,400E-01	6,316E-05
2124	2,811E+01	1,536E+04	1,032E+00	1,306E-03	9,214E-01	6,191E-05
2125	2,755E+01	1,505E+04	1,011E+00	1,280E-03	9,032E-01	6,068E-05
2126	2,701E+01	1,475E+04	9,914E-01	1,255E-03	8,853E-01	5,948E-05

**Results (Continued)**

Year	Carbon dioxide			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)
2127	2.647E+01	1.446E+04	9.717E-01	1.230E-03	8.677E-01	5.830E-05
2128	2.595E+01	1.418E+04	9.525E-01	1.206E-03	8.506E-01	5.715E-05
2129	2.544E+01	1.390E+04	9.336E-01	1.182E-03	8.337E-01	5.602E-05
2130	2.493E+01	1.362E+04	9.151E-01	1.158E-03	8.172E-01	5.491E-05
2131	2.444E+01	1.335E+04	8.970E-01	1.135E-03	8.010E-01	5.382E-05
2132	2.395E+01	1.309E+04	8.793E-01	1.113E-03	7.852E-01	5.276E-05
2133	2.348E+01	1.283E+04	8.618E-01	1.091E-03	7.696E-01	5.171E-05
2134	2.301E+01	1.257E+04	8.448E-01	1.069E-03	7.544E-01	5.069E-05
2135	2.256E+01	1.232E+04	8.280E-01	1.048E-03	7.394E-01	4.968E-05
2136	2.211E+01	1.208E+04	8.117E-01	1.027E-03	7.248E-01	4.870E-05
2137	2.167E+01	1.184E+04	7.956E-01	1.007E-03	7.104E-01	4.773E-05
2138	2.125E+01	1.161E+04	7.798E-01	9.871E-04	6.964E-01	4.679E-05
2139	2.082E+01	1.138E+04	7.644E-01	9.676E-04	6.826E-01	4.586E-05
2140	2.041E+01	1.115E+04	7.492E-01	9.484E-04	6.691E-01	4.495E-05
2141	2.001E+01	1.093E+04	7.344E-01	9.296E-04	6.558E-01	4.406E-05
2142	1.961E+01	1.071E+04	7.199E-01	9.112E-04	6.428E-01	4.319E-05
2143	1.922E+01	1.050E+04	7.056E-01	8.932E-04	6.301E-01	4.234E-05
2144	1.884E+01	1.029E+04	6.916E-01	8.755E-04	6.176E-01	4.150E-05
2145	1.847E+01	1.009E+04	6.779E-01	8.581E-04	6.054E-01	4.068E-05
2146	1.810E+01	9.890E+03	6.645E-01	8.412E-04	5.934E-01	3.987E-05
2147	1.775E+01	9.694E+03	6.514E-01	8.245E-04	5.817E-01	3.908E-05
2148	1.739E+01	9.502E+03	6.385E-01	8.082E-04	5.701E-01	3.831E-05
2149	1.705E+01	9.314E+03	6.258E-01	7.922E-04	5.589E-01	3.755E-05
2150	1.671E+01	9.130E+03	6.134E-01	7.765E-04	5.478E-01	3.681E-05
2151	1.638E+01	8.949E+03	6.013E-01	7.611E-04	5.369E-01	3.608E-05
2152	1.606E+01	8.772E+03	5.894E-01	7.460E-04	5.263E-01	3.536E-05
2153	1.574E+01	8.598E+03	5.777E-01	7.313E-04	5.159E-01	3.466E-05
2154	1.543E+01	8.428E+03	5.663E-01	7.168E-04	5.057E-01	3.398E-05
2155	1.512E+01	8.261E+03	5.551E-01	7.026E-04	4.957E-01	3.330E-05
2156	1.482E+01	8.097E+03	5.441E-01	6.887E-04	4.858E-01	3.264E-05
2157	1.453E+01	7.937E+03	5.333E-01	6.750E-04	4.762E-01	3.200E-05
2158	1.424E+01	7.780E+03	5.227E-01	6.617E-04	4.668E-01	3.136E-05
2159	1.396E+01	7.626E+03	5.124E-01	6.486E-04	4.576E-01	3.074E-05
2160	1.368E+01	7.475E+03	5.022E-01	6.357E-04	4.485E-01	3.013E-05
2161	1.341E+01	7.327E+03	4.923E-01	6.231E-04	4.396E-01	2.954E-05
2162	1.315E+01	7.182E+03	4.825E-01	6.108E-04	4.309E-01	2.895E-05
2163	1.289E+01	7.040E+03	4.730E-01	5.987E-04	4.224E-01	2.838E-05
2164	1.263E+01	6.900E+03	4.636E-01	5.869E-04	4.140E-01	2.782E-05
2165	1.238E+01	6.764E+03	4.544E-01	5.752E-04	4.058E-01	2.727E-05
2166	1.214E+01	6.630E+03	4.454E-01	5.638E-04	3.978E-01	2.673E-05



**Parameters to be adapted for modelling (see tab 'manual' for more information)**

- Step 1: Enter year of start of disposal in cell A47  
Step 2: Enter waste mass deposited in column B for each year of operation  
Step 3: Enter landfill cell number where waste is placed for each year in column C (default value = 1)  
Step 4: Enter Methane Correction Factor (MCF) in column D until the last year of disposal  
Step 5: Estimate general waste composition of the landfill in percentages in table 1 (column O)  
Step 6: Enter amount of Degradable Organic Carbon (DOC) in MSW in table 1 (cell P32)  
Step 7: Enter the reaction rate constant (k) of Municipal Solid Waste in cell D41  
Step 8: Enter the percentage of methane oxidised (OX) in the cover layer in cell D42  
Step 9: Enter LFG recovery efficiency in column J for each year  
Step 10: Please check that moving/editing cells has not impacted the calculations or the graphs

Reaction rate constant (k): 0,020  
Oxidation factor (OX): 10%

6917

**Table 1: Waste composition**

Waste category	percentage	DOC (by weight wet basis)
Municipal solid waste (MSW)	0%	0,190
Industrial waste	0%	0,150
Sewage sludge	100%	0,050
Garden waste	0%	0,200
Food waste	0%	0,150
Construction and demolition waste	0%	0,043
Soil	0%	0,003
Total	100%	0,050

year	waste mass	cell number	MCF	DDOCm	DDOCm	DDOCm	CH <sub>4</sub> gen	LFG gen	Recovery efficiency	CH <sub>4</sub> rec	LFG rec	CH <sub>4</sub> oxid	LFG oxid	CH <sub>4</sub> emit	LFG emit
[a]	[Mg]	[-]	[-]	[Mg]	[Mg]	[Mg]	[Mg]	m³STP/h	[-]	[Mg]	[m³STP/h]	[Mg]	[m³STP/h]	[Mg]	[m³STP/h]
2026	17.560	1	0,5	220	220	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0
2027	17.560	1	0,5	220	435	4	3	1	0,00	0	0	0	0	3	1
2028	17.560	1	0,5	220	646	9	6	2	0,00	0	0	0	0	6	2
2029	17.560	1	0,5	220	852	13	9	3	0,00	0	0	0	0	9	3
2030	17.560	1	0,5	220	1.055	17	11	4	0,00	0	0	0	0	11	4
2031	17.560	1	0,5	220	1.254	21	14	4	0,00	0	0	0	0	14	4
2032	17.560	1	0,5	220	1.448	25	17	5	0,00	0	0	0	0	17	5
2033	17.560	1	0,5	220	1.639	29	19	6	0,00	0	0	0	0	19	6
2034	17.560	1	0,5	220	1.826	32	22	7	0,00	0	0	0	0	22	7
2035	0	0	0,0	-	1.790	36	24	8	0,00	0	0	2	1	22	7
2036	0	0	0,0	-	1.754	35	24	8	0,00	0	0	2	1	21	7
2037	0	0	0,0	-	1.720	35	23	7	0,00	0	0	2	1	21	7
2038	0	0	0,0	-	1.686	34	23	7	0,00	0	0	2	1	20	7
2039	0	0	0,0	-	1.652	33	22	7	0,00	0	0	2	1	20	6
2040	0	0	0,0	-	1.620	33	22	7	0,00	0	0	2	1	20	6
2041	0	0	0,0	-	1.587	32	21	7	0,00	0	0	2	1	19	6
2042	0	0	0,0	-	1.556	31	21	7	0,00	0	0	2	1	19	6
2043	0	0	0,0	-	1.525	31	21	7	0,00	0	0	2	1	18	6
2044	0	0	0,0	-	1.495	30	20	6	0,00	0	0	2	1	18	6
2045	0	0	0,0	-	1.465	30	20	6	0,00	0	0	2	1	18	6
2046	0	0	0,0	-	1.436	29	19	6	0,00	0	0	2	1	17	6
2047	0	0	0,0	-	1.408	28	19	6	0,00	0	0	2	1	17	5
2048	0	0	0,0	-	1.380	28	19	6	0,00	0	0	2	1	17	5
2049	0	0	0,0	-	1.353	27	18	6	0,00	0	0	2	1	16	5
2050	0	0	0,0	-	1.326	27	18	6	0,00	0	0	2	1	16	5
2051	0	0	0,0	-	1.300	26	18	6	0,00	0	0	2	1	16	5
2052	0	0	0,0	-	1.274	26	17	5	0,00	0	0	2	1	15	5
2053	0	0	0,0	-	1.249	25	17	5	0,00	0	0	2	1	15	5
2054	0	0	0,0	-	1.224	25	16	5	0,00	0	0	2	1	15	5
2055	0	0	0,0	-	1.200	24	16	5	0,00	0	0	2	1	15	5
2056	0	0	0,0	-	1.176	24	16	5	0,00	0	0	2	1	14	5
2057	0	0	0,0	-	1.153	23	16	5	0,00	0	0	2	0	14	4
2058	0	0	0,0	-	1.130	23	15	5	0,00	0	0	2	0	14	4
2059	0	0	0,0	-	1.108	22	15	5	0,00	0	0	1	0	13	4
2060	0	0	0,0	-	1.086	22	15	5	0,00	0	0	1	0	13	4
2061	0	0	0,0	-	1.064	21	14	5	0,00	0	0	1	0	13	4
2062	0	0	0,0	-	1.043	21	14	4	0,00	0	0	1	0	13	4
2063	0	0	0,0	-	1.022	21	14	4	0,00	0	0	1	0	12	4
2064	0	0	0,0	-	1.002	20	13	4	0,00	0	0	1	0	12	4
2065	0	0	0,0	-	982	20	13	4	0,00	0	0	1	0	12	4
2066	0	0	0,0	-	963	19	13	4	0,00	0	0	1	0	12	4
2067	0	0	0,0	-	944	19	13	4	0,00	0	0	1	0	11	4
2068	0	0	0,0	-	925	19	12	4	0,00	0	0	1	0	11	4
2069	0	0	0,0	-	907	18	12	4	0,00	0	0	1	0	11	4
2070	0	0	0,0	-	889	18	12	4	0,00	0	0	1	0	11	3
2071	0	0	0,0	-	871	18	12	4	0,00	0	0	1	0	11	3
2072	0	0	0,0	-	854	17	12	4	0,00	0	0	1	0	10	3
2073	0	0	0,0	-	837	17	11	4	0,00	0	0	1	0	10	3
2074	0	0	0,0	-	820	17	11	4	0,00	0	0	1	0	10	3
2075	0	0	0,0	-	804	16	11	3	0,00	0	0	1	0	10	3
2076	0	0	0,0	-	788	16	11	3	0,00	0	0	1	0	10	3
2077	0	0	0,0	-	773	16	10	3	0,00	0	0	1	0	9	3
2078	0	0	0,0	-	757	15	10	3	0,00	0	0	1	0	9	3
2079	0	0	0,0	-	742	15	10	3	0,00	0	0	1	0	9	3
2080	0	0	0,0	-	728	15	10	3	0,00	0	0	1	0	9	3
2081	0	0	0,0	-	713	14	10	3	0,00	0	0	1	0	9	3
2082	0	0	0,0	-	699	14	9	3	0,00	0	0	1	0	8	3
2083	0	0	0,0	-	685	14	9	3	0,00	0	0	1	0	8	3
2084	0	0	0,0	-	672	14	9	3	0,00	0	0	1	0	8	3
2085	0	0	0,0	-	658	13	9	3	0,00	0	0	1	0	8	3



	Relatively Inert	Moderately Decomposable	Decomposable	
Gas Production potential, Lo =	80	0	20	m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /tonne
lag time before start of gas production, lag =	1 years			
Historical Data Used (years)	100			
1st Year of Historical Data Used	2026			
4 Years after Reporting Year	2100			
methane (by volume)	40%			
carbon dioxide (by volume)	60%			
methane (density) - 1atm, 25C	0,6557 kg/m <sup>3</sup>			(25C,SP)
carbon dioxide (density)	1,7988 kg/m <sup>3</sup>			(25C,SP)

Year	Year Number	Annual Tonnage (tonnes)	Cumulative Waste-in-place (tonnes)	Waste Tonnage Moderately Decomposable			Methane Generation Rate, k Moderately Decomposable			Annual Methane Production (tonnes/yr)	Annual Landfill Gas Production (m <sup>3</sup> /hr)
				Relatively Iner (tonnes)	Decomposable (tonnes)	Decomposable (tonnes)	Relatively Inert (year <sup>-1</sup> )	Decomposable (year <sup>-1</sup> )	Decomposable (year <sup>-1</sup> )		
2026	1	17.560	17.560	0	0	3.512	0,02	0,02	0,02	0	0,0
2027	2	17.560	35.120	0	0	3.512	0,02	0,02	0,02	1	0,3
2028	3	17.560	52.680	0	0	3.512	0,02	0,02	0,02	2	0,5
2029	4	17.560	70.240	0	0	3.512	0,02	0,02	0,02	3	0,8
2030	5	17.560	87.800	0	0	3.512	0,02	0,02	0,02	4	1,0
2031	6	17.560	105.360	0	0	17.560	0,02	0,02	0,02	4	1,3
2032	7	17.560	122.920	0	0	17.560	0,02	0,02	0,02	9	2,6
2033	8	17.560	140.480	0	0	17.560	0,02	0,02	0,02	13	3,9
2034	9	17.560	158.040	0	0	17.560	0,02	0,02	0,02	18	5,1
2035	10	6.917	164.957	0	0	6.917	0,02	0,02	0,02	22	6,4
2036	11	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	23	6,8
2037	12	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	23	6,6
2038	13	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	22	6,5
2039	14	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	22	6,4
2040	15	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	22	6,3
2041	16	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	21	6,1
2042	17	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	21	6,0
2043	18	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	20	5,9
2044	19	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	20	5,8
2045	20	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	20	5,7
2046	21	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	19	5,5
2047	22	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	19	5,4
2048	23	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	18	5,3
2049	24	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	18	5,2
2050	25	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	18	5,1
2051	26	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	17	5,0
2052	27	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	17	4,9
2053	28	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	17	4,8
2054	29	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	16	4,7
2055	30	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	16	4,6
2056	31	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	16	4,5
2057	32	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	15	4,5
2058	33	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	15	4,4
2059	34	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	15	4,3
2060	35	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	14	4,2
2061	36	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	14	4,1
2062	37	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	14	4,0
2063	38	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	14	3,9
2064	39	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	13	3,9
2065	40	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	13	3,8
2066	41	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	13	3,7
2067	42	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	13	3,6
2068	43	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	12	3,6
2069	44	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	12	3,5
2070	45	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	12	3,4
2071	46	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	12	3,4
2072	47	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	11	3,3
2073	48	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	11	3,2
2074	49	0	164.957	0	0	0	0,02	0,02	0,02	11	3,2