

Índice

Índice de figuras

Índice de tablas

Glosario de parámetros del modelo BIOLEACH

1. Introducción y objetivos	1
2. Aspectos básicos sobre gestión de residuos sólidos urbanos	5
2.1. Introducción, contexto legislativo y situación actual	5
2.2. Definición de residuo y tipologías	11
2.3. Características de los residuos sólidos urbanos	14
2.3.1. Características físicas	16
2.3.2. Características químicas	17
2.3.3. Características biológicas	19
2.4. Estructura de un sistema de gestión integral de residuos sólidos urbanos	20
2.4.1. Prevención en la producción de residuos y separación en la fuente	21
2.4.2. Sistemas de recogida y transporte	22
2.4.3. Operaciones de pretratamiento	23
2.4.4. Operaciones de valorización energética de residuos	25

2.4.5. Operaciones de eliminación de residuos.....	26
2.5. Los vertederos tradicionales de residuos sólidos urbanos	26
2.5.1. Selección del emplazamiento	27
2.5.2. Impermeabilización del vaso y drenaje exterior	28
2.5.3. Producción y captación de lixiviados	29
2.5.4. Producción y captación de biogás.....	29
2.5.5. Estabilidad de taludes de residuos	30
2.5.6. Sellado, clausura, restauración ambiental y vigilancia post-clausura.....	30
2.5.7. Problemática de los vertederos tradicionales.....	31
3. Estado del arte.....	33
3.1. La producción de biogás en vertederos de residuos sólidos urbanos	33
3.1.1. Introducción.....	33
3.1.2. Composición del biogás.....	34
3.1.3. Generación del biogás.....	36
3.1.4. Modelación de la producción de biogás en vertederos	40
3.1.4.1. Parámetros que definen la producción de biogás	41
3.1.4.2. Modelos de evaluación de la producción de biogás	45
3.2. La producción de lixiviados en vertederos de residuos sólidos urbanos	53
3.2.1. Introducción.....	53
3.2.2. Composición del lixiviado.....	54
3.2.3. Generación del lixiviado.....	57
3.2.3.1. El movimiento del lixiviado en el vertedero.....	57
3.2.3.2. La conductividad hidráulica	60
3.2.3.3. La capacidad de campo.....	61
3.2.4. Modelación de la producción de lixiviados en vertederos.....	63
3.2.4.1. Modelos basados en la ecuación de balance hídrico	64
3.2.4.2. Modelos basados en la ecuación del flujo	67
3.3. Aspectos geotécnicos en vertederos de residuos sólidos urbanos	69
3.3.1. Introducción.....	69
3.3.2. Estabilidad de taludes	70
3.3.3. Asentamientos.....	73

3.4. El vertedero biorreactor	76
3.4.1. Introducción.....	76
3.4.2. La estabilización de los residuos	78
3.4.3. Tipos de vertedero biorreactor	81
3.4.4. Métodos de recirculación de lixiviados.....	84
3.4.5. Modelación de la producción de lixiviados y biogás como procesos acoplados	86
4. BIOLEACH: un modelo de gestión de vertederos biorreactor	89
4.1. Introducción.....	89
4.2. Descripción del modelo conceptual	91
4.2.1. Términos de la ecuación de balance hídrico en cada nivel	93
4.2.2. Cálculo de la producción óptima mensual de biogás	95
4.2.3. Modelo conceptual del biorreactor implementado en BIOLEACH.....	100
4.2.4. Criterios de recirculación	103
4.3. Descripción del modelo numérico.....	104
4.3.1. Módulo 1 - Módulo de cálculo de la producción mensual de biogás óptima	105
4.3.2. Módulo 2 - Módulo de gestión del vertedero biorreactor	114
4.3.2.1. Bloque 1 - Características generales de cada nivel de RSU.....	115
4.3.2.2. Bloque 2 - Cálculo de las componentes de la ecuación de balance hídrico sin recirculación de lixiviados	118
4.3.2.3. Bloque 3 - Criterios de recirculación	121
4.3.2.4. Bloque 4 - Control de la balsa de lixiviados y sugerencias de recirculación.....	124
4.3.3. Módulo 3 – Módulo de reglas de operación del vertedero biorreactor	125
4.4. Datos de entrada y resultados obtenidos por el modelo	126
4.5. Calibración de parámetros y validación del modelo	127
5. Aplicación práctica.....	129
5.1. Introducción.....	129
5.2. Datos disponibles utilizados en la modelación.....	129
5.3. Calibración del modelo	134
5.4. Resultados	137

5.4.1. Escenario 1 - Gestión del vertedero mediante técnicas clásicas.....	137
5.4.2. Escenario 2 - Gestión del vertedero con recirculación superficial de lixiviados.....	139
5.4.3. Escenario 3 - Gestión del vertedero como biorreactor	142
5.4.4. Discusión de resultados	145
6. Resumen y conclusiones.....	151
7. Líneas de futura investigación	159
8. Referencias	161