

**SYUSA  
SANEAMIENTO Y URBANIZACION S.A.**

**Ecoeficiencia en el Diseño y Operación  
de un Relleno Sanitario**



SEPTIEMBRE 2001

*TEMARIO*

**LA EMPRESA**

**MARCO DEL PROYECTO**

**ECOEFICIENCIA DE LA DISPOSICIÓN DE RSU**

MÓDULOS BAJOS – PROYECTO EXTENSIVO

MÓDULOS PROYECTO INTERMEDIO

NUEVOS MÓDULOS PROYECTO INTERMEDIO

**CONSIDERACIONES FINALES**

*LISTA DE ACRONIMOS Y TERMINOLOGIA TECNICA*

AMBA	Area Metropolitana de Buenos Aires
CDFVD	Centro de Disposición Final Villa Domínico
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
CEAMSE	Coordinación Ecológica Metropolitana Sociedad del Estado
PE	Proyecto Extensivo
PI	Proyecto Intermedio
PEV	Proyecto de Expansión Vertical
HDPE	Polietileno de Alta Densidad ( <i>High Density Poly-Ethylene</i> )

## LA EMPRESA

SYUSA (Saneamiento y Urbanización S.A.) es una empresa de la Organización Techint, fundada en 1978 en virtud del inicio de sus operaciones de transferencia y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) provenientes de la Ciudad de Buenos Aires y Conurbano Sur Bonaerense. Dicho Relleno Sanitario, propiedad de CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado) ocupa un área de aprox. 240 hectáreas, con más de 40 millones de toneladas de RSU dispuestas en diferentes módulos.

En la actualidad, SYUSA recibe y dispone en Relleno Sanitario los RSU generados por una población de 13 millones de habitantes, esto es, unas 10.000 ton/día de RSU y más de 3 millones de toneladas anuales. La fracción de residuos correspondiente a la Ciudad de Buenos Aires es previamente recepcionada en 3 Plantas de Transferencia de la empresa, adónde los RSU son pre-compactados en semirremolques, y derivados al Relleno Sanitario.

SYUSA diseña y desarrolla la infraestructura y operaciones del Relleno Sanitario bajo un Sistema Unificado de Calidad y Gestión Ambiental certificado bajo Normas ISO 9001 e ISO 14.001. Cuenta a su vez con programas abocados a la Mejora Continua en temas de imagen, seguridad, calidad y medio ambiente, operaciones y recursos humanos.

Complementariamente, SYUSA desarrolla un activo plan de participación comunitaria, que incluye la atención y visita cotidiana de escuelas y otras instituciones a las instalaciones del Relleno Sanitario, implementación de mejoras vecinales, desarrollo de una maratón anual de gran afluencia, donaciones a escuelas y centros de salud, entre otras.

## MARCO DEL PROYECTO

A lo largo de su historia de más de dos decenios, la disposición de RSU en el CDFVD (Centro de Disposición Final Villa Domínico) ha ido observando cambios, asociados a factores tales como:

- disponibilidad de nuevas tecnologías operativas;
- crecimiento de la urbanización aledaña al Relleno Sanitario, con la consiguiente mayor complejidad de las relaciones comunitarias e interacción entre el Relleno y su entorno social;
- conformación de un marco normativo ambiental más exigente;
- aumento de la generación per cápita de RSU, con el consecuente aumento de la productividad del Relleno Sanitario;

- cambio en la composición de los RSU, asociada a cambios en los hábitos productivos y de consumo;
- paulatina reducción de áreas técnica, ambiental y socialmente factibles para la disposición de RSU, y consecuente reducción de la capacidad útil remanente del Relleno Sanitario.

En este sentido, se puede considerar que la disposición de RSU en el CDFVD siguió las siguientes etapas, desde 1978 a la actualidad:

- |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disposición en Módulos Bajos (Proyecto Extensivo)</li> <li>2. Disposición en Módulos elevados (Proyecto Intermedio)</li> <li>3. Proyecto Intermedio con implementación de nuevas tecnologías</li> </ol> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

El objetivo del presente artículo es caracterizar dicho contexto evolutivo desde el punto de vista de la Eco-Eficiencia, ya sea en cuanto a cambios en el diseño de los módulos de disposición, cambios operativos, tecnológicos y en lo que hace a controles ambientales. Se verá a continuación cómo la toma de decisiones en pro de nuevas tecnologías y mejora de estándares, en el marco de la excelencia, tiende a una optimización del uso y consumo de recursos, mejoras en la interacción entre la acción de desarrollo y su entorno, y en suma, a una mayor Eco-Eficiencia.

## ECOEficiencia DE LA DISPOSICIÓN DE RSU

Para caracterizar la Eco-Eficiencia de la disposición de RSU a lo largo del tiempo y conforme la implementación de nuevos diseños, métodos operativos y tecnologías, se efectúa una somera caracterización de las tres fases de disposición de RSU, en cuanto a:

- descripción general del diseño, operación y tecnologías;
- requerimiento de área versus capacidad del módulo, en virtud de la geometría del módulo y densidad de los residuos dispuestos;
- requerimiento de suelos, insumos y maquinarias para infraestructura, en función de tonelaje dispuesto (terraplenes perimetrales, calles, bermas, cunetas de drenaje)<sup>1</sup>;
- requerimiento de suelos (arcilla y tosca) para cobertura provisoria y definitiva;
- consumo de combustibles asociados a operación, cobertura y acondicionamiento de playas de descarga;

<sup>1</sup> Para simplificar las consideraciones asociadas a infraestructura, se consideró igual requerimiento de infraestructura versus el área ocupada, independientemente de la metodología de disposición según Módulos Bajos o Proyecto Intermedio.

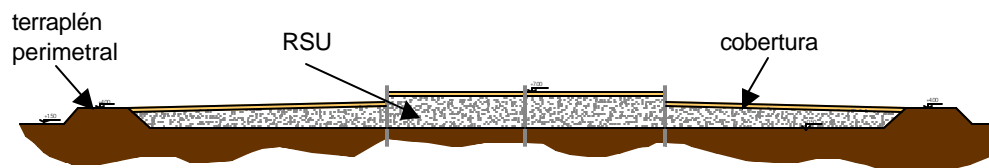
- aspectos ambientales: gestión de lixiviados, asentamientos diferenciales y otros.

### ***Módulos Bajos – Proyecto Extensivo***

Inicialmente, entre 1978 y 1994, la disposición de RSU fue realizada según el método extensivo de módulos bajos. Uno de los principales objetivos asociados a la disposición de RSU según esta metodología era el relleno y consecuente mejora de áreas bajas. El proceso se iniciaba con la excavación y acondicionamiento del fondo del módulo, incluida la instalación de bermas, y conformación de terraplenes perimetrales. Los residuos se disponían en fajas de avance sistemático de 7,5 m de tirante máximo, efectuándose cobertura definitiva con arcilla.

La compactación de los residuos se hacía con topadoras, empujándose los mismos en sentido de avance del Relleno, lográndose valores de densidad aproximados de 0,70 ton/m<sup>3</sup>.

En la Fig. 1 a continuación se presenta un corte esquemático de estos módulos:



**Fig. 1 – Corte esquemático Módulo Proyecto Extensivo (PE)**

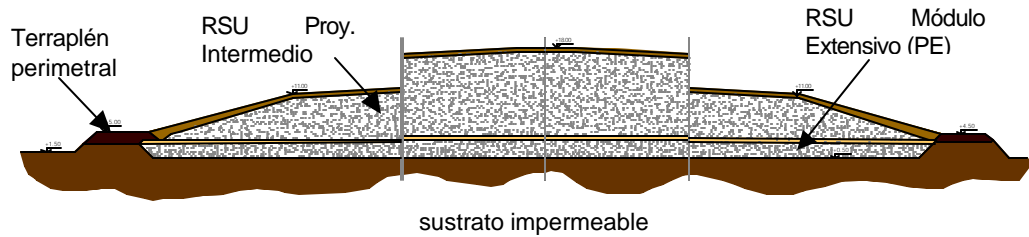
sustrato impermeable

### ***Módulos Proyecto Intermedio***

Asociado al aumento de RSU generados, a la disponibilidad de nuevas tecnologías para el diseño y operación de Rellenos Sanitarios y al contexto social y ambiental del CDFVD, SYUSA elaboró un Proyecto de Expansión Vertical (PEV), por el cual se implementarían módulos en altura bajo sistemas operativos y de control ambiental de punta, incluyendo sistemas de gestión integral de biogás y lixiviados. Si bien el PEV no fue implementado, la disposición de RSU se efectuó bajo un sistema operativo, ambiental y socialmente factible, llamado Proyecto Intermedio (PI).

El PI involucraba la conformación de nuevos módulos de disposición de RSU sobre los módulos del Proyecto Extensivo (ver Fig. 2), con pendiente de 1:4 en

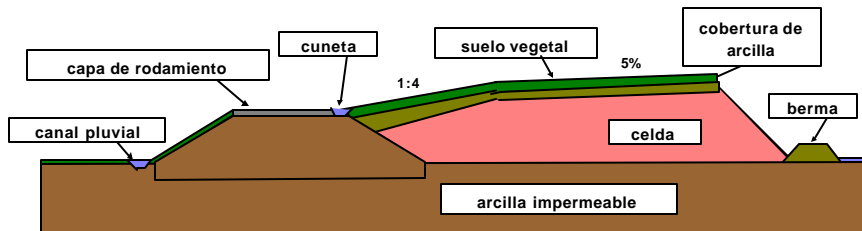
el faldón adyacente al terraplén de cierre, y pendiente de la cuasiplana del 6 %



**Fig. 2 – Corte esquemático de Módulo de Proyecto Intermedio, conformado sobre Módulo Extensivo.**

Entre otros factores, se implementó un sistema de recirculación integral de lixiviados, por el cual dichos líquidos eran permanentemente extraídos de los sectores de alta acumulación y transferidos a sectores con menor cantidad de líquidos.

La operatoria de disposición, con ligeras variantes según cada módulo, se efectuó por el método de área, vertiéndose y compactándose los residuos en sentido principalmente a favor de la pendiente, utilizándose maquinaria convencional de Rellenos Sanitarios (topadoras y compactadores medianos).



**Fig. 3 – Corte y esquema de Módulo PI en operación – Disposición entre bermas de confinamiento y gestión de efluentes pluviales.**

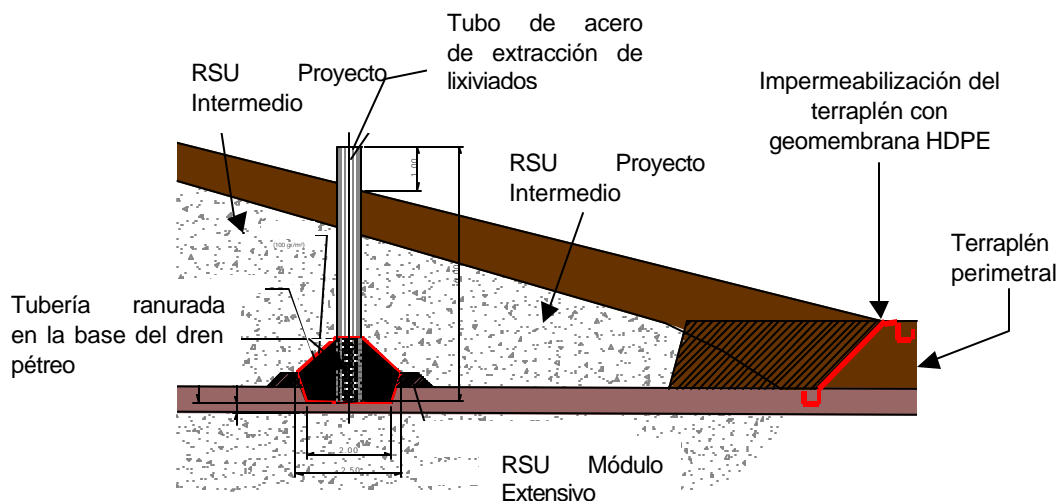


**Fig. 4 – Celda de disposición de RSU del Proyecto Intermedio.**

## *Nuevos Módulos Proyecto Intermedio*

En el año 1995, se implementó una concepción del Proyecto Intermedio con una serie de mejoras de diseño, operativas y tecnológicas que redundaron en una optimización de la gestión de lixiviados, optimización de la compactación de los RSU y mayor vida útil de los módulos de disposición de RSU, optimización del consumo de suelos para cobertura provisoria, mayor eficiencia en el acondicionamiento de playas de descarga y menores requerimientos de insumos y energía asociados a reparación de infraestructura.

En cuanto a gestión de lixiviados, la misma incluye la instalación de drenes colectores desde los cuales los líquidos son extraídos por bombeo y transferidos a una planta de tratamiento ad-hoc, donde se los trata y acondiciona para vuelco en cuerpos de agua superficial conforme las exigencias normativas vigentes. Si bien la recirculación de lixiviados sigue aplicándose en los sectores de mayor a los de menor acumulación de líquidos, el tratamiento sistemático de lixiviados, del orden de 150 m<sup>3</sup>/día, reduce las necesidades de recirculación y los consumos energéticos asociados. A su vez, el diseño incorporó la impermeabilización de los terraplenes perimetrales con geomembrana de HDPE, en conjunto con el sistema de extracción de lixiviados, mejorando la aptitud impermeable de los faldones del módulo.



**Fig. 5 – Corte esquemático de dren pétreo basal de colección de lixiviados y dren vertical de extracción en Módulo PI.**

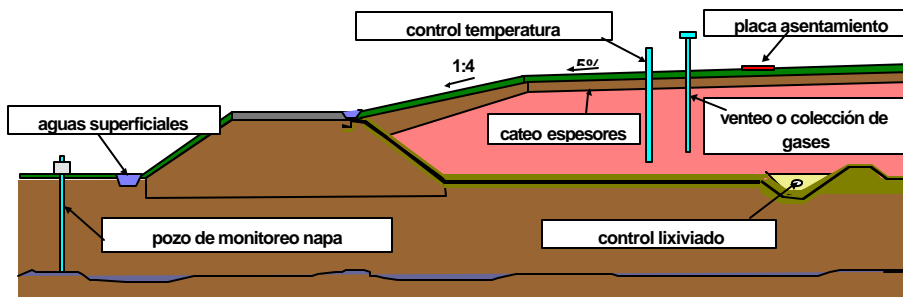
La mayor eficiencia de cobertura provisoria se asocia al uso de membrana biodegradable, en determinadas ocasiones, la cual reduce el consumo de suelos para esta función, cumpliendo los objetivos ambientales y comunitarios de la

misma, y optimiza a su vez la capacidad de recepción de RSU en el módulo, ya que esta membrana prácticamente no tiene volumen.

La optimización del acondicionamiento de playas de descarga, con los consumos de áridos, suelos y horas máquina y combustibles, está asociada a la implementación de Tippers o plataformas hidráulicas de descarga por gravedad. Los Tippers permiten una mayor capacidad de carga en los trailers ya que los mismos ya no requieren placa expulsora y brazo hidráulico, ganando así una capacidad de 3 ton por viaje. Y en lo que respecta a las playas de descarga, los Tippers permiten operar las mismas con áreas más reducidas, y su consecuente menor mantenimiento.



<p><b>Fig. 6 – Cobertura provisoria con film biodegradable.</b></p>	<p><b>Fig. 7 – Descarga tradicional por placa expulsora (trailer al frente) y descarga con Tipper (trailer al fondo).</b></p>
---------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**Fig. 8 – Controles ambientales: a) placas de asentamiento; b) espesores de cobertura; c) venteo de biogás; d) gestión de lixiviados; e) monitoreo de aguas superficiales; y f) monitoreo de aguas subterráneas (acuíferos Pampeano y Puelchense).**

**TABLA A – Cuadro comparativo de parámetros de Eco-Eficiencia para 3 Fases de Disposición de RSU en el CDFVD.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>PROYECTO EXTENSIVO</b>	<b>PROYECTO INTERMEDIO</b>	<b>NUEVOS MÓDULOS PI</b>
Densidad RSU	0,70 ton/m <sup>3</sup>	0,90 ton/m <sup>3</sup>	1,05 ton/m <sup>3</sup>
Tirante máx. RSU	7,5 m	16,30 m	16,30 m
Capacidad de recepción de RSU <sup>2</sup>	30.000 ton/ha	72.960 ton/ha	83.904 ton/ha
Factor Capacidad de disposición RSU <sup>3</sup>	1	2,35	2,74
Factor vida útil <sup>4</sup>	9 meses	18,5 meses	21,5 meses
% consumo total suelo vs. tonelaje RSU dispuesto <sup>5</sup>	35,59 %	20,85 %	16,05 %
Factor consumo suelo <sup>6</sup>	1	0,59	0,45

La Tabla A muestra que la Eco-Eficiencia, medida en términos de capacidad de disposición de RSU en módulos de área equivalente, y en términos de consumo de un recurso natural no renovable como es el suelo, aumenta drásticamente al pasar del Proyecto Extensivo al Proyecto Intermedio, y continúa su aumento con la aplicación de nuevas tecnologías que permiten una mayor compactación de los RSU (y consecuente, mayor capacidad de recepción de RSU y vida útil del módulo) y menor consumo de suelos.

El aumento de Eco-Eficiencia entre el Módulo Extensivo y el Proyecto Intermedio se debe principalmente a la mayor capacidad del módulo por unidad de área, lo que incide a su vez en los consumos de suelo por tonelada de residuo dispuesto. En cuanto al siguiente salto de la Eco-Eficiencia, observado entre el Proyecto Intermedio de tecnología convencional y el de mayor tecnología (Módulos Nuevos) (ambos observan un mismo diseño y volumen de módulo), el mismo se debe a factores tales como:

<sup>2</sup> - Los valores de este parámetro fueron calculados para un módulo teórico de superficie equivalente a 60 ha.

<sup>3</sup> - Factor disposición RSU: ton dispuestas en módulo considerado versus ton dispuestas según proyecto extensivo.

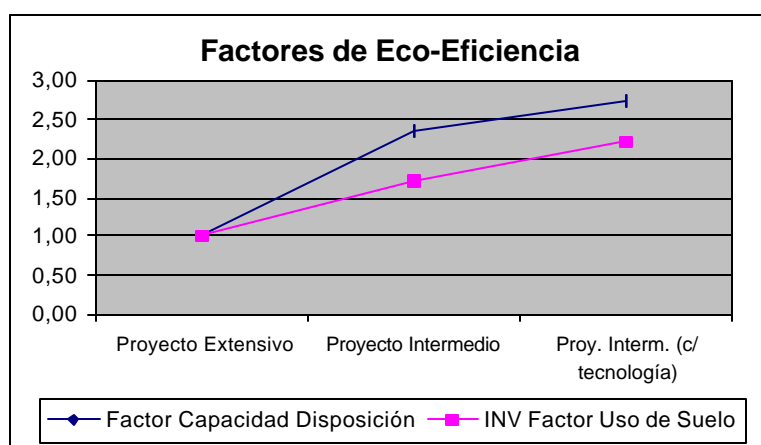
<sup>4</sup> - Factor vida útil: considera la vida útil del módulo teórico definido en (1), a una generación teórica de 9.000 ton/día, considerándose 26 días operativos.

<sup>5</sup> - Comprende el consumo total de tosca y de arcilla para conformación de infraestructura, cobertura provisoria y cobertura definitiva.

<sup>6</sup> - Factor consumo de suelos totales: estandarizado sobre la base del módulo del Proyecto Extensivo.

- mayor compactación de los RSU – el uso de equipos de última generación (compactadores de 45 ton), metodología de compactación principalmente en sentido de abajo hacia arriba.
- menor consumo de suelos por ton de RSU dispuesta, asociado a su mayor compactación y a la implementación de sistemas de cobertura provisoria con film biodegradable, el cual cumple los objetivos de prevención de proliferación de vectores, minimización del ingreso de aguas pluviales al seno de los residuos dispuestos, minimización de la generación de olores, con mínimo volumen.

El Gráfico a continuación<sup>7</sup> exhibe lo antedicho:



## Consideraciones Finales

A lo largo de su evolución, el CDFVD ha hecho y continúa implementando mejoras en lo que hace al diseño y operación de la disposición de RSU, inversión en tecnología y capacitación de los recursos humanos, controles ambientales, imagen, seguridad y relaciones con la comunidad la disposición final de RSU. Aún cuando el futuro cercano de la disposición final de los RSU de la Ciudad de Buenos Aires y Conurbano Sur bonaerense es incierto<sup>8</sup>, hoy podemos estar seguros que los altos estándares logrados por el CDFVD serán la base para la futura disposición de los RSU en los próximos años.

<sup>7</sup> - Nótese que el factor Uso de Suelo fue transformado mediante la aplicación de la inversa (1/factor) para unificar la coherencia de ambos factores. Según dicha conversión, a mayores valores, se obtiene una mayor Eco-Eficiencia.

<sup>8</sup> - En fases finales del Contrato para la Transferencia y Disposición de RSU de la Ciudad de Buenos Aires y Conurbano Sur del AMBA, se espera próximamente el llamado a licitación para dicho servicio en el futuro, en virtud de cuyo resultado se determinará el sitio geográfico, metodología de disposición y exigencias generales y particulares del servicio.