



**BATTELLE**

## Módulo No. 8

# *Cierre o Conversión de Vertederos a Cielo Abierto*

Ing. Paul Ruesch  
USEPA Región 5 – Chicago

# TALLER DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS

No.	Módulo	Presentador
1	La Importancia del Manejo Adecuado de Rellenos Sanitarios	P. Ruesch
2	Construcción de Rellenos Sanitarios – Parte I	M. Elizondo
3	Construcción de Rellenos Sanitarios – Parte II	J. Dávila
4	Operación de Rellenos Sanitarios – Parte I	M. Elizondo
5	Operación de Rellenos Sanitarios – Parte II	M. Elizondo
6	Fundamentos del Biogás y Sistemas de Captura de Biogás	J. Dávila
7	Tecnologías para Aprovechamiento de Biogás	J. Dávila
8	Cierre o Conversión de Vertederos a Cielo Abierto	P. Ruesch

# Objetivos del cierre o la conversión

1. Proteger la salud pública y el medio ambiente mediante una gestión adecuada en el cierre final seguro y uso posterior de la tierra
2. Prevención de la contaminación ambiental y riesgos
3. Prevención de la contaminación ambiental y riesgos derivados del desarrollo incontrolado

# Medidas para el cierre seguro

- \* Evitar que los desechos se ensucien o se desborden del sitio
- \* Evitar incendios o explosiones que pueden ser causados por los gases
- \* Minimizar los olores ofensivos
- \* Proporcionar instalaciones del drenaje de las aguas pluviales
- \* Minimizar la contaminación ambiental causada por los lixiviados
- \* Prevenir la contaminación del agua subterránea
- \* Tomar medidas para la estabilización de los desechos y la tierra

# Medidas para la gestión posterior al cierre

- \* Implementar actividades apropiadas de operación y mantenimiento de instalaciones de vertederos como proporcionar cubierta final del suelo
- \* Operar continuamente las instalaciones del vertedero, como la instalación de tratamiento de lixiviados
- \* Continuar con los trabajos de monitoreo ambiental
  - \* Agua pluvial, biogás, agua subterránea
- \* Continuar con el monitoreo de la estabilización de los residuos y los taludes

# ISWM - Niveles del cierre

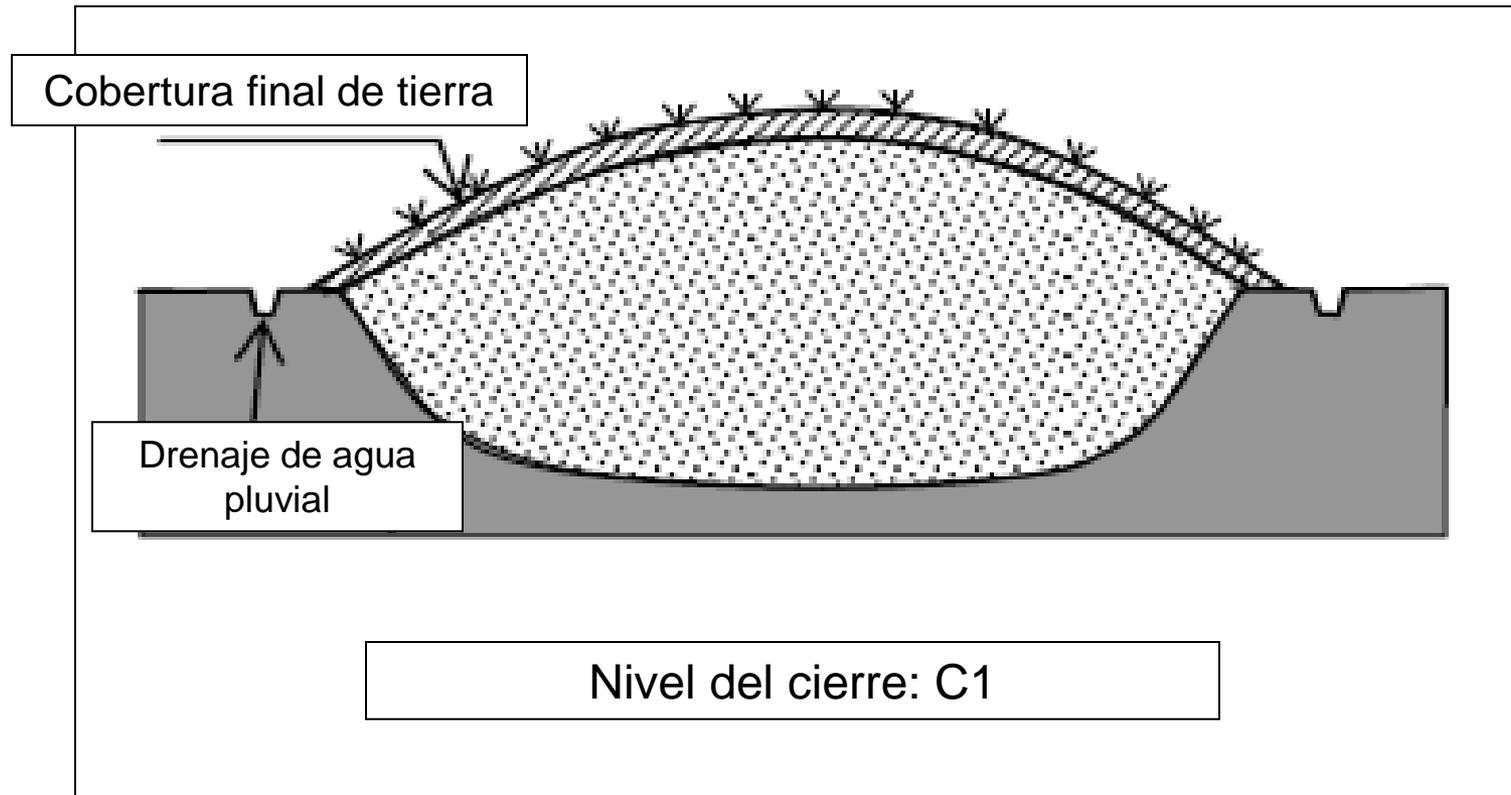
C1: mínimo - proporcionar cobertura final y sistema de drenaje alrededor el sitio

C2: bajo - similar a C1, mas un sistema controlado de pendientes con apoyo en el base y venteo de gas

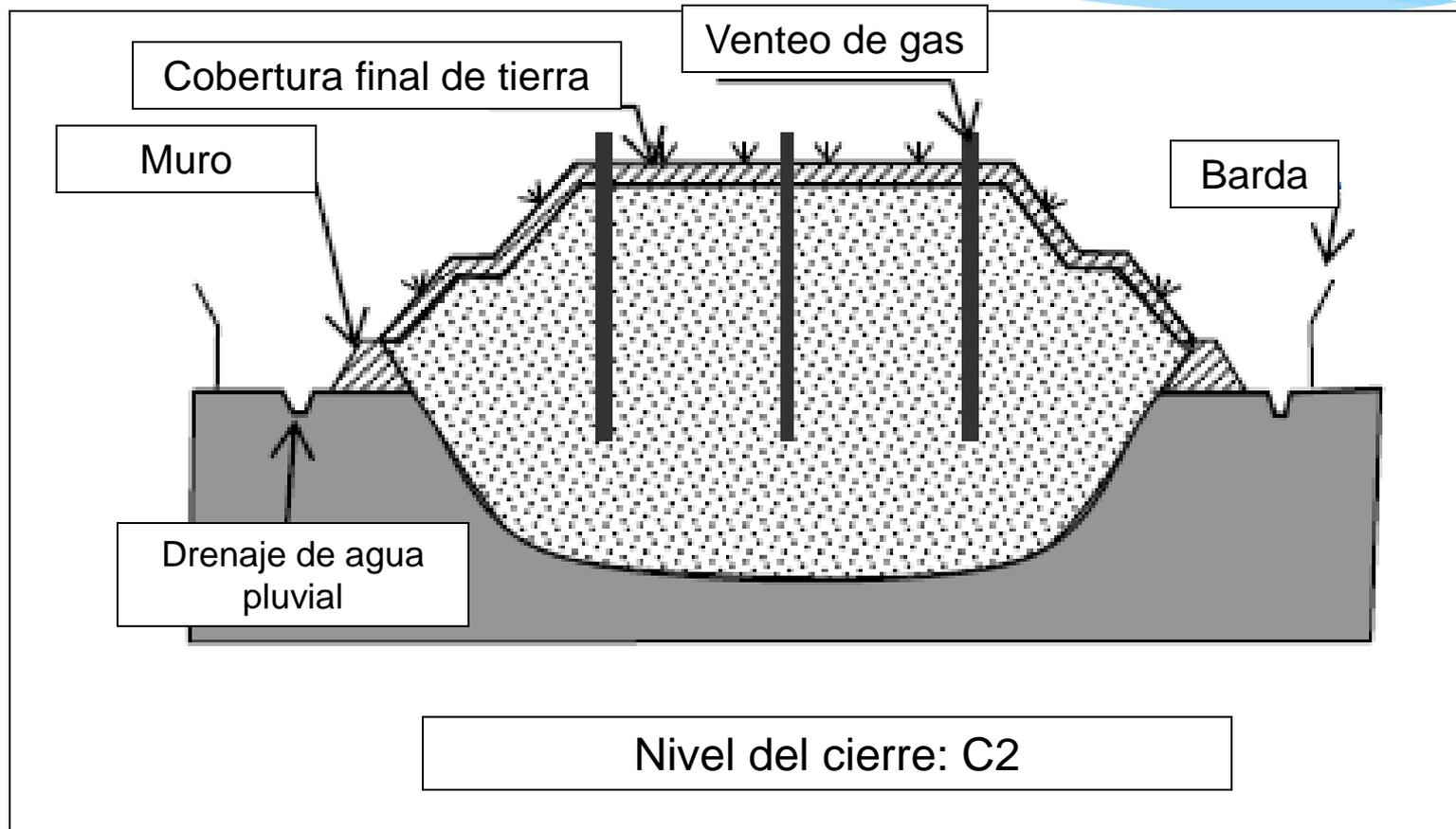
C3: medio – similar a C2, mas un sistema semi-aeróbico de recirculación de lixiviados

C4: alto - similar a C3, mas con medidas de control de contaminación de agua subterránea mediante tratamiento de lixiviados

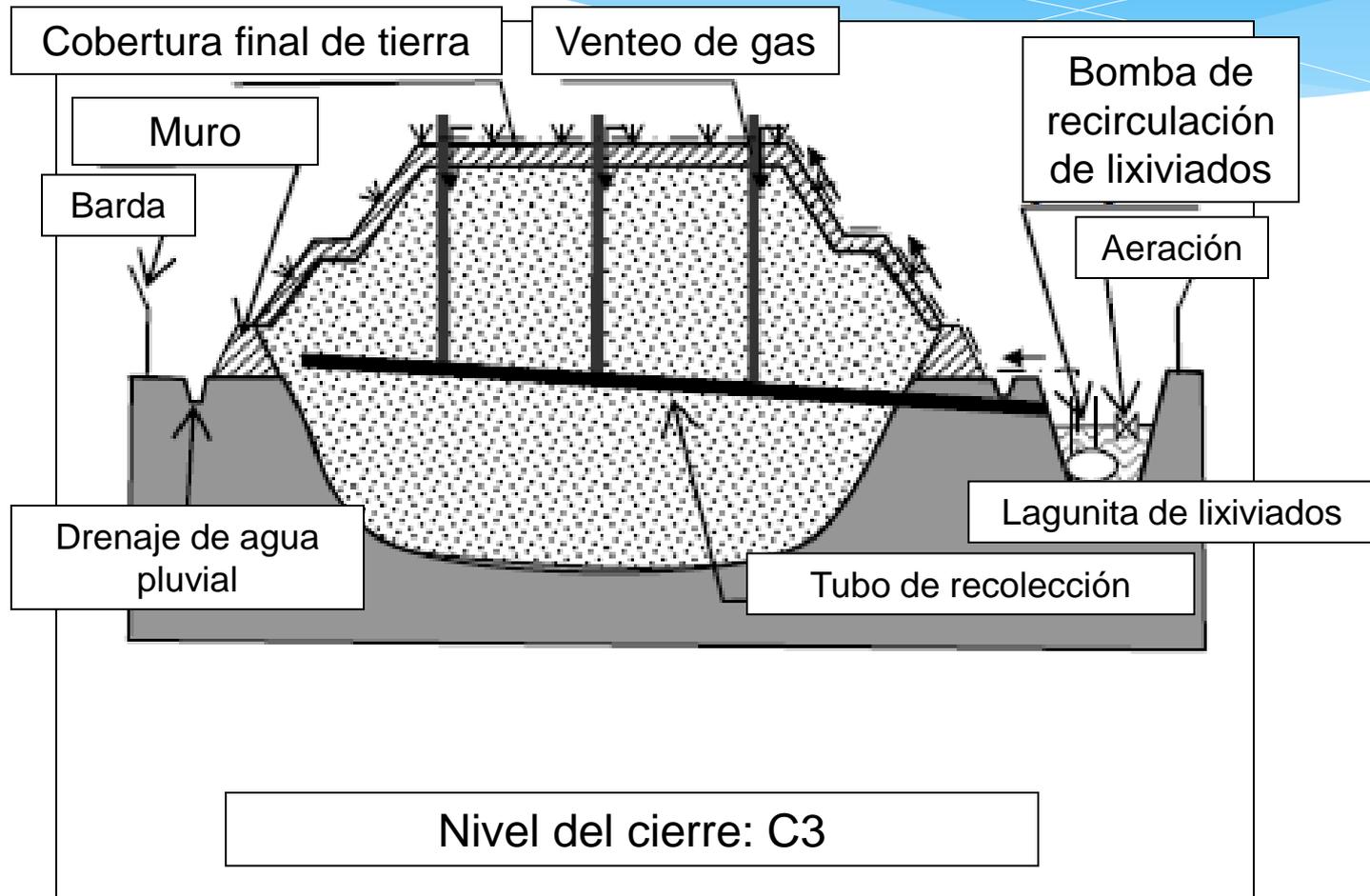
# C1 - mínimo - proporcionar cobertura final y sistema de drenaje alrededor el sitio



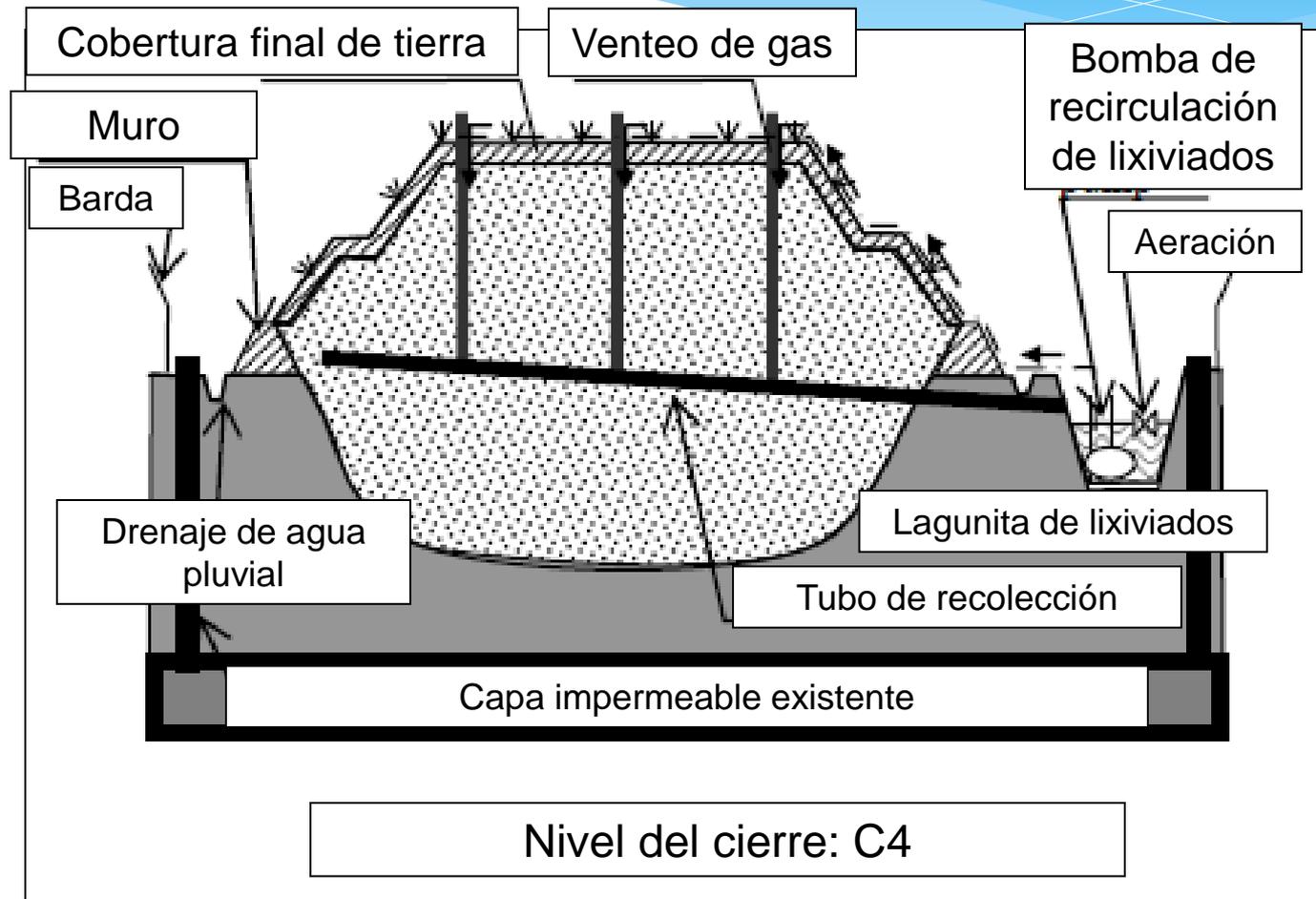
C2: bajo - similar a C1, mas un sistema controlado de pendientes con apoyo en el base y venteo de gas



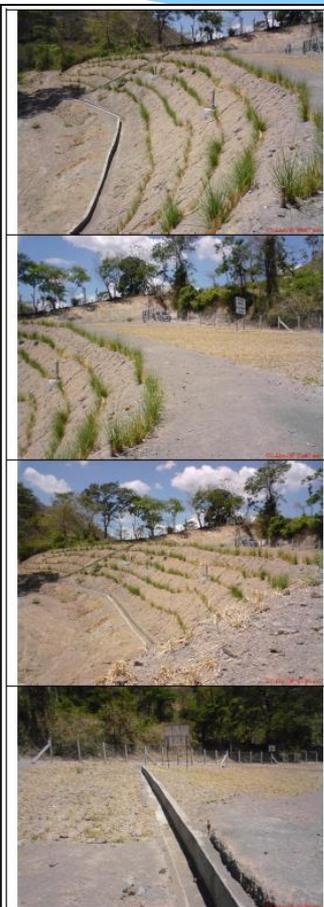
# C3: medio – similar a C2, pero con la adición de un sistema semi-aeróbico con recirculación de lixiviados



# C4: alto - similar a C3, mas con medidas de control de contaminación de agua subterránea mediante tratamiento de lixiviado



# Documento de Referencia No. 1



**Guía de cierre técnico,  
monitoreo y  
seguimiento  
de un sitio de  
disposición final.  
Dirigida a las  
autoridades  
ambientales y  
municipales.**

CCAD 2008

# Documento de Referencia No. 1

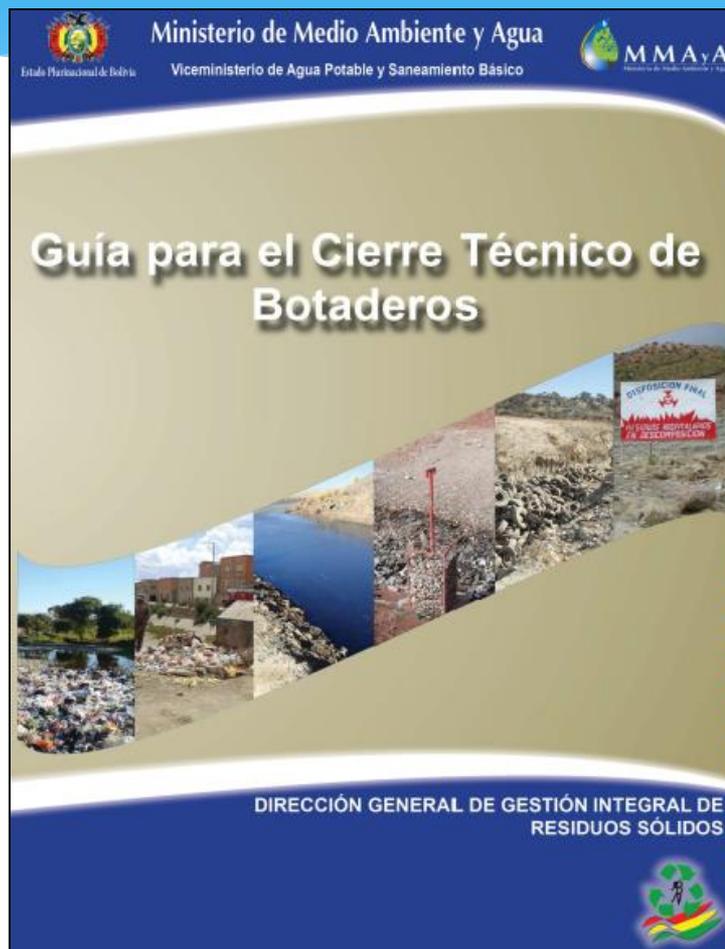
1- INTRODUCCION .....	3
2- OBJETO.....	3
PARTE I.....	4
GUIA DE CIERRE TECNICO, MONITOREO Y SEGUIMIENTO .....	4
3- CIERRE TECNICO .....	5
3.1 Evaluación rápida del riesgo ambiental .....	5
3.2 Formulación y evaluación de alternativas.....	8
3.3 Proyecto de ingeniería.....	9
a) Control de escorrentía.....	10
b) Control de la erosión.....	11
c) Control de la generación y migración de lixiviados .....	12
d) Manejo de gases.....	14
e) Consolidación y reubicación de residuos sólidos .....	15
f) Estabilización física mediante conformación de celdas .....	15
g) Diseño Paisajístico.....	15
h) Otras acciones.....	16
4- MONITOREO Y SEGUIMIENTO .....	17
PARTE II .....	24
5- PROPUESTA DE REGULACIÓN DE USO FUTURO DE UN SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DIRIGIDA A LAS AUTORIDADES AMBIENTALES Y MUNICIPALES.....	24
BIBLIOGRAFÍA. ....	27

# Documento de Referencia No. 2



<http://sial.segat.gob.pe/documentos/guia-tecnica-clausura-conversion-botaderos-residuos-solidos-peru>

# Documento de Referencia No. 3



<http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/07/Guia-para-el-Cierre-Tecnico-de-Botaderos.pdf?fbclid=IwAR1--rbAsKlroqSmc5o7dRrjnRjJJj-JBYXBDkglBfDhu8d5LuhesRnqTs>

# Ejemplo: vertedero San Cristobal, RD



Área de acomodación

Área de expansión

# Primeras visitas / consultas

*Julio de 2017*



Alcalde José Nelson Guillén Valdez  
Municipio de San Cristóbal



Junta Comunitaria

# Plan del trabajo

## 1) Diagnóstico de necesidades

## 2) Plan de mejora al vertedero

- Obtener y revisar la información, las fotografías aéreas históricas y datos existentes
- Proveer un estimado general del volumen de desechos entrando
- Elaborar un resumen de recomendaciones/acciones inmediatas que mejoren la efectividad operativa y las condiciones laborales
- Elaborar una propuesta detallada acompañada de planos conceptuales para la expansión y conversión del sitio

# Recicladores



# Manejo de lixiviados



# Plan del sitio



# Caracterización



# Muestras

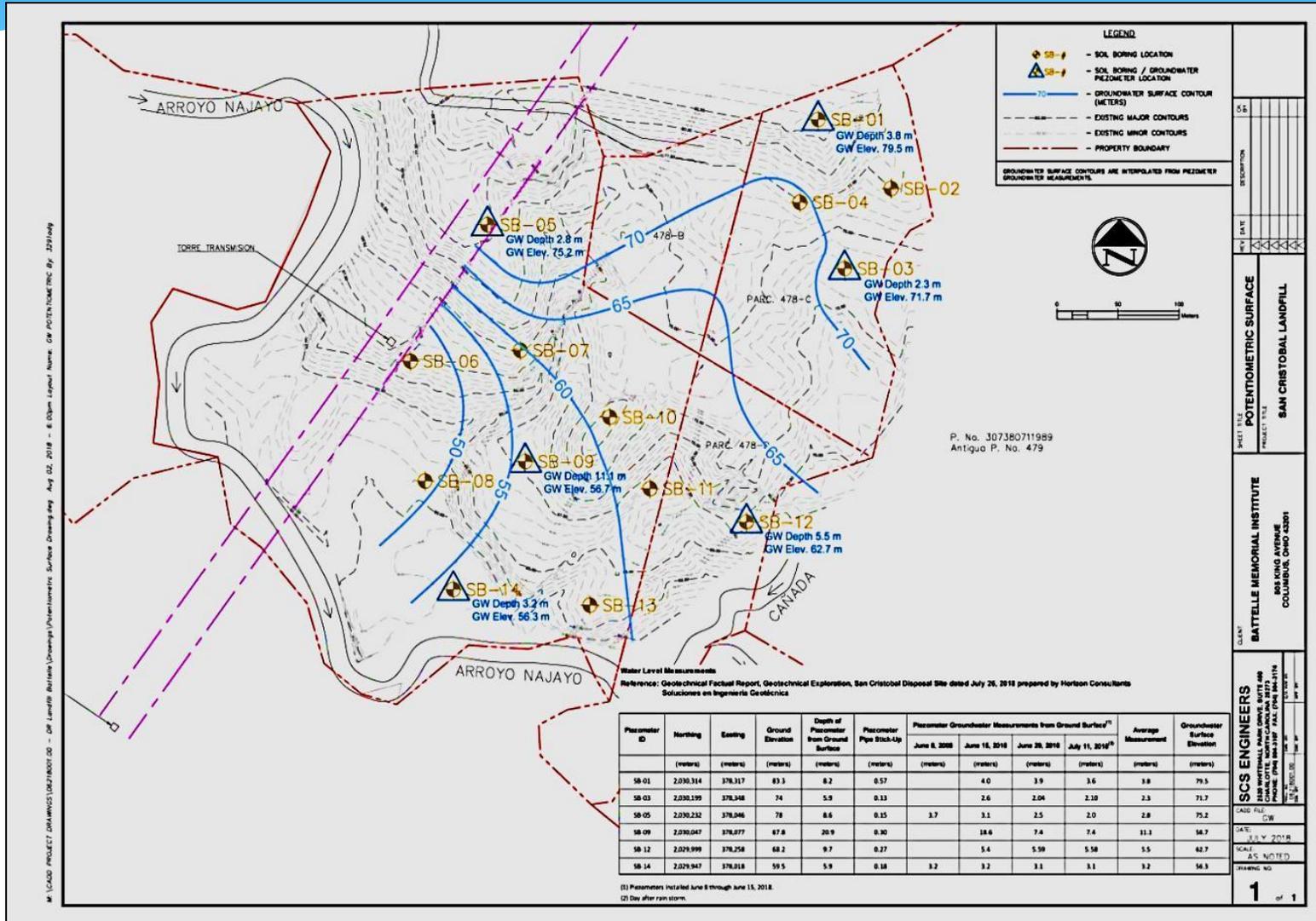


# Muestras



- Tamaño de grano con hidrómetro (ASTM D 422 y D 1140)
- Clasificación USCS de suelo (ASTM D 6913)
- Humedad natural (ASTM D 2216)
- Estándar Proctor relación de densidad de humedad (ASTM D 698)
- Límites Atterberg (ASTM D 4318)
- Pared flexible conductividad hidráulica – muestra remodelado (ASTM D 5084)
- Consolidado sin escurrir triaxial (ASTM D4767)
- Pruebas in-situ tipo slug (ASTM D 4044) en los 6 piezómetros

# Superficie potenciométrico

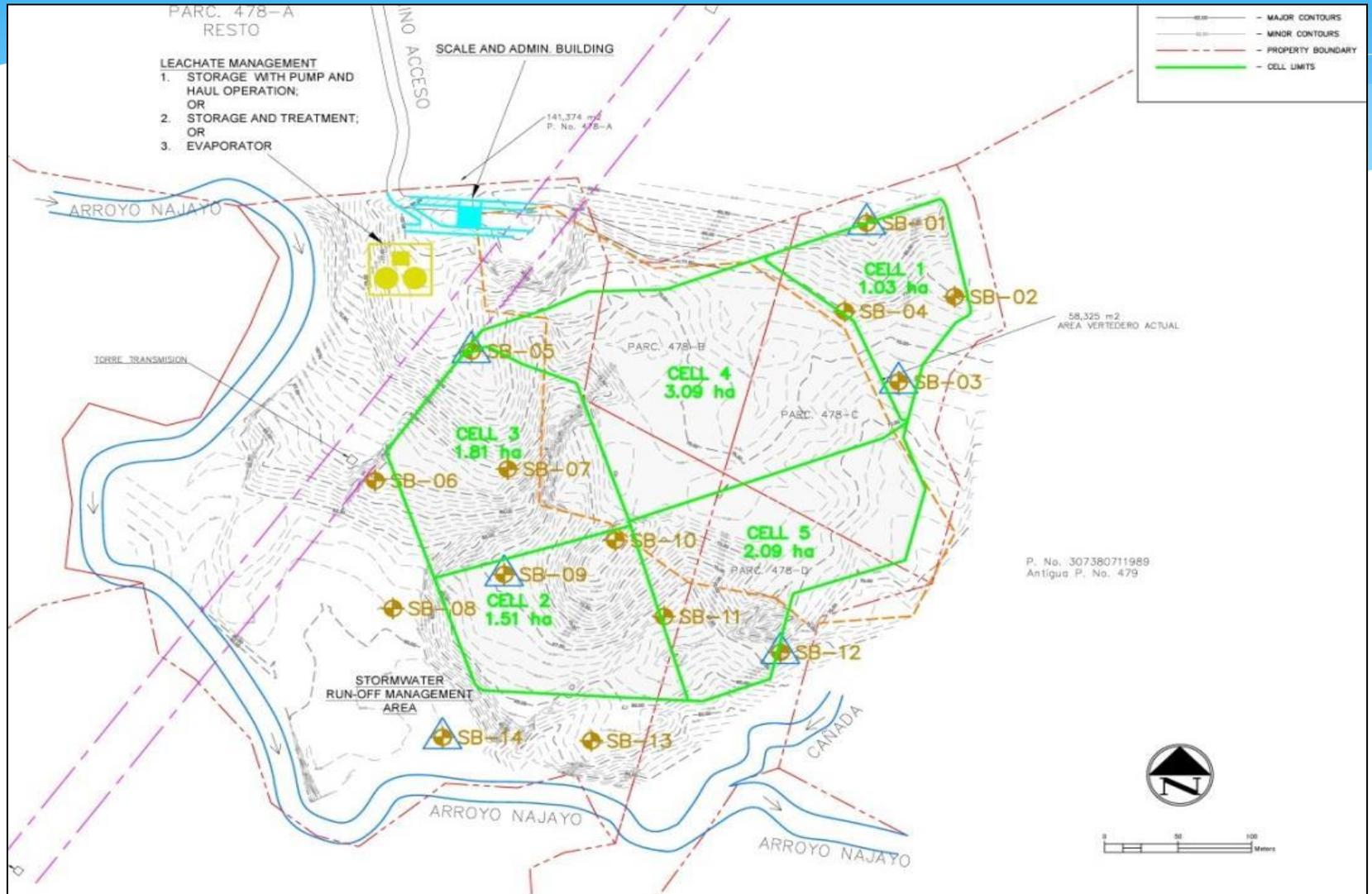


# Mejores practicas

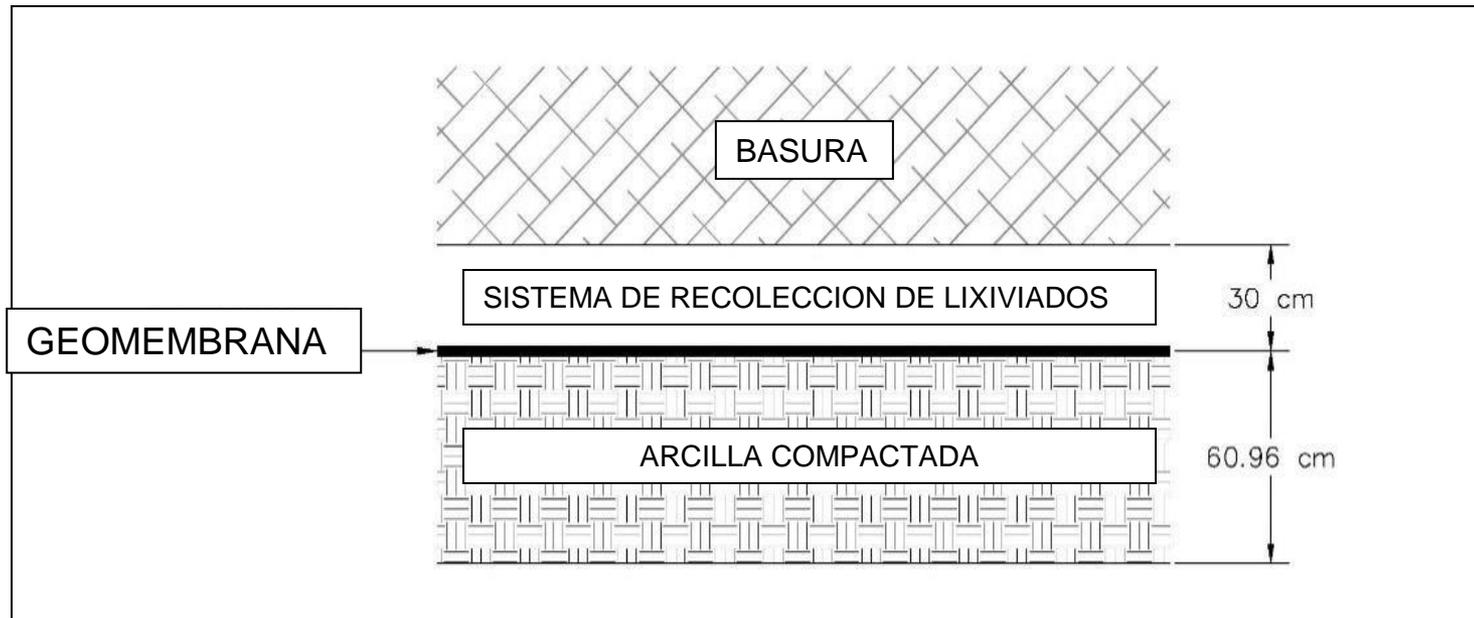
## Categorías

- \* Camino de acceso y perímetro de seguridad
- \* Frente de trabajo
- \* Maquinaria pesada
- \* Registros
- \* Agua pluvial / lixiviados
- \* Control de incendios
- \* Recicladores
- \* Operaciones y mantenimiento

# Concepto - celdas



# Sistema de revestimiento inferior



Debajo de la basura

# Informe final

- I. Introducción
- II. Antecedentes del sitio
- III. Diseño y objetivos operacionales
- IV. Acciones inmediatas /consideraciones para mejorar las operaciones
- V. Plan de conversión / expansión para el relleno especialmente diseñado
- VI. Plan para la mejora del vertedero
- VII. Estimación de costos
- VIII. Directrices de contratación
- IX. Bibliografía / documentos de referencia

<https://response.epa.gov/sancristobal>

# Gracias por su Atención

Módulo No. 8 - Cierre o Conversión de Vertederos a  
Cielo Abierto

Ing. Paul Ruesch

U.S. EPA Región 5

[ruesch.paul@epa.gov](mailto:ruesch.paul@epa.gov)

+1 312 886 7898

Ing. Jose Luis Davila

Consultor Ambiental

[pepedavila@yahoo.com](mailto:pepedavila@yahoo.com)

+1 602 820-2972

TALLER DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE  
RELLENOS SANITARIOS



**BATTELLE**