



PROFEPA



METODOLOGÍA PARA LA LOCALIZACIÓN DE SITIOS PARA LA INSTALACIÓN DE CONFINAMIENTO DE RESIDUOS

Ing. Carlos Francisco Puente Muñiz
Profesor-Investigador de la Facultad de Ingeniería, UASLP

Ponencia presentada en el

F O R O R E G I O N A L **"CONFINAMIENTO DE RESIDUOS"**



SEMARNAT, SEGAM, SSA, UASLP, PROFEPA, DPC-GobSLP
San Luis Potosí, S.L.P., México
26 y 27 de Noviembre de 2002

La memoria completa se encuentra disponible
en los siguientes sitios de Internet:

Delegación Federal de la SEMARNAT en SLP: <http://www.semarnat.gob.mx/slp/>
SEGAM, Gob. del Estado de SLP: <http://www.segam.gob.mx>
Agenda Ambiental de la UASLP: <http://ambiental.uaslp.mx/>

También existe una versión de la memoria en CD, disponible en forma gratuita para los participantes registrados en el foro.

METODOLOGÍA PARA LA LOCALIZACIÓN DE SITIOS PARA LA INSTALACIÓN DE CONFINAMIENTO DE RESIDUOS

Ing. Carlos Puente Muñíz,
Facultad de Ingeniería

Los confinamientos son obras de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de residuos peligrosos, que garantizan su aislamiento definitivo y, dentro de esta obra se encuentran obras específicas llamadas celdas de confinamiento que son; espacios creados artificialmente dentro de un confinamiento para la disposición de residuos

Aunque en sí misma la obra de ingeniería se diseña para quedar completamente aislada del medio ambiente natural, es absolutamente necesario situarlas en donde este medio físico pueda, en caso de fuga o cualquier otra contingencia, ser menos afectado.

Conviene recalcar que, no cualquier tipo desecho puede ser almacenado en un confinamiento, existen lineamientos específicos dictados por Semarnap (hoy Semarnat) y por normas internacionales, que determinan cuales y que tipos de desechos pueden ser depositados en un confinamiento. Además de que, en caso de ser necesario, deberán ser tratados a efecto de disminuir su peligrosidad, antes de su disposición final

La selección de sitios es un proceso que involucra una gran cantidad de información y la necesidad de especialistas en diferentes áreas del conocimiento a fin de determinar que sitios tienen la capacidad natural, por sus características litológicas, hidrogeológicas, estructurales, topográficas, etc., para conservar y en su caso, mitigar las eventuales fugas producidas en las celdas de confinamiento.

Fuentes de Información

- 1.- Cartografía temática del INEGI
- 2.- Cartografía Geológica Institutos de Geología de la UASLP y la UNAM
- 3.- Informes y planos de diversos organismos Federales, Estatales y empresas descentralizadas como Pemex, CFE, SARH, CNA, etc.
- 4.- Información original de campo
- 5.- Imágenes de satélite
- 6.- Fotografías aéreas (escalas 30,000; 50, 000 y 75, 000)
- 6.- Normas técnicas de Semarnap (Semarnat)
- 7.- Publicaciones de la EPA (Environmental Protection Agency), EUA
- 8.- Publicaciones de la Agence Nationale pour la Recuperation et L' élimination des Déchets, Francia

La selección de sitios está basada en los criterios aplicados por las normas oficiales mexicanas complementadas con criterios establecidos por la Environmental Protection Agency de los Estados Unidos de America y por la Agence Nationale pour la Recuperation et L' élimination des Déchets de Francia

Los elementos básicos en la selección del sitio están estrechamente ligados con las características de los estratos sobre los cuales estará ubicada la instalación y las características del entorno.

La evaluación del sitio involucra consecuentemente dos Tipos de factores.

- 1) Técnicos
- 2) Sociales

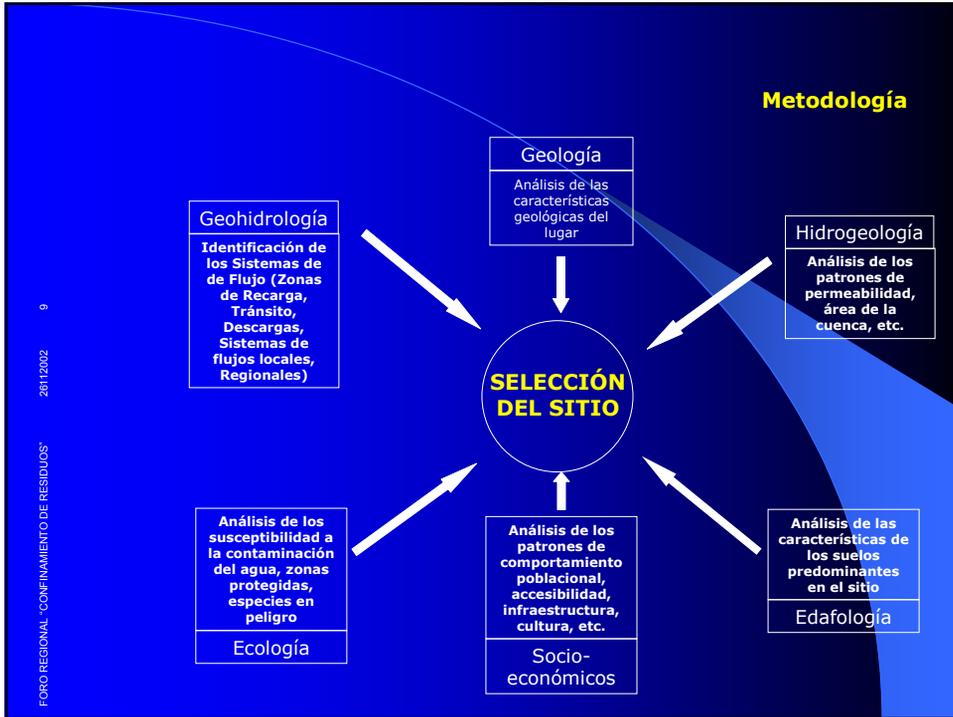
La evaluación de los factores técnicos, de acuerdo con las características del sitio, envuelven diversas disciplinas como son:

- Geología
- Fotogeología
- Hidrogeología
- Climatología
- Ecología
- Topografía
- Geofísica
- Edafología
- Etc.

La evaluación de los factores sociales incluyeron tópicos como:

- Análisis poblacional
- Accesibilidad
- Cultura
- Actividad Económica
- Tenencia de la Tierra
- Etc.

Tomando en consideración el tipo de datos, y las diversas disciplinas involucradas en la selección de los sitios para confinamientos, la cantidad de información toma proporciones considerables, que se ven magnificadas si el área de estudio comprende grandes extensiones de terreno.



Cada uno de los sitios tiene ciertas características que hacen que sean diferentes y que por lo tanto unos sean mejores que otros

El número de criterios que fueron calificados para cada uno de los sitios fue de 60, lo que permitió distinguir cambios sutiles entre las propuestas y seleccionar por lo tanto la mejor de ellas.

FORO REGIONAL "CONFINAMIENTO DE RESIDUOS" 28112002 10

Razones para la elección de un sitio..

FACTOR	ARGUMENTOS
GEOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Calidad del proyecto en relación a otros sitios potenciales. ✚ Morfología de los terrenos. ✚ Ventajas geológicas presentes en el sitio. ✚ Naturaleza favorable del sustrato ✚ Ausencia de otros recursos de valor económico. ✚ Presencia de materiales adecuados para la cobertura

FACTOR	ARGUMENTOS
HIDROGEOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Buena protección natural de los acuíferos contra riesgos de contaminación. ✚ Distancia suficiente y posición favorable con respecto a pozos y manantiales. ✚ Facilidades para el control de la calidad de las aguas (muestreo, análisis)

FACTOR	ARGUMENTOS
HIDROGEOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Situación topográfica y morfología de los lugares que ofrezcan garantías contra la contaminación de las aguas superficiales (poco escurrimiento, drenado fácil, etc.) ✚ Respeto de las distancias reglamentarias en relación a los cursos de agua, estanques, playas, etc) ✚ Gasto importante de los cursos de agua. ✚ Ausencia de actividad piscícola o acuática ✚ Facilidades para poner en marcha medios de prevención y de control de la contaminación.

FACTOR	ARGUMENTOS
ACCESIBILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Por caminos existentes. ✚ Posibilidad de evitar el paso por zonas habitadas, (rancherías, pueblos, ciudades).

FACTOR	ARGUMENTOS
CAPACIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Capacidad del sitio compatible con las necesidades.

FACTOR	ARGUMENTOS
PAISAJE	<ul style="list-style-type: none"> Alejado de centros habitacionales. Posibilidad real de reacondicionamiento de un sitio. Poca visibilidad del sitio desde el exterior. Reconstitución de un perfil natural. Rehabilitación del sitio en áreas de bosque, sembrados, pastizales, parques, terrenos deportivos, etc.

FACTOR	ARGUMENTOS
ELECCIÓN DEL TIPO DE EXPLOTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Técnicas experimentales que hayan funcionado satisfactoriamente. Técnicas apropiadas al sitio o al tipo de desecho.

Criterios analizados para la selección

Factor	Criterio evaluado
I FACTOR TOPOGRAFÍA	<ul style="list-style-type: none"> Capacidad del sitio: Esta en zona de inundación <ul style="list-style-type: none"> No Si (DESCARTAR) Esta en zona de erosión activa: <ul style="list-style-type: none"> No Si Esta en parteaguas Pendiente >5° <30° Cuenca de Influencia: <ul style="list-style-type: none"> Existe No existe
II FACTOR CLIMATOLOGÍA	<ul style="list-style-type: none"> Precipitación: <ul style="list-style-type: none"> <400 mm 400-600 mm 600-2000mm >2000 mm (DESCARTAR) Dirección de los vientos: <ul style="list-style-type: none"> Favorable Desfavorable, atenuado por la topografía Desfavorable Escurrimiento: <ul style="list-style-type: none"> <10 mm 10-50 mm 50-200 mm >200 mm

.....criterios analizados para la selección

III
**FACTOR
 HIDROLOGÍA**

- **Drenaje sitio abajo alimenta corrientes:**
 - Perennes
 - Intermitentes
- **Drenaje desemboca en cuenca:**
 - Endorreica
 - Exorreica
- **Población aguas abajo**
 - < 5000 habitantes
 - 5, 000- 10,000 habitantes
 - >10, 000 habitantes
- **Tamaño de la cuenca de influencia al sitio:**
 - Pequeña
 - Media
 - Grande
- **Facilidad para controlar escurrimientos:**
 - Alta
 - Media
 - Baja
- **Ubicación del sitio con respecto a la influencia de los cuerpos de agua:**
 - Baja probabilidad
 - Medianamente probable
 - Altamente probable
- **Poblaciones entre 500 y <2000 habitantes se encuentran a:**
 - > 5 km
 - 2- 5 km
 - < 2 km

.....criterios analizados para la selección

IV
**FACTOR
 SUELOS**

- **Espesor de suelo excavable:**
 - > 3 m
 - 1- 3 m
 - < 1 m
- **Los suelos arcillosos se encuentran:**
 - In Situ
 - < 2 km
 - 2-5 km
 - 5-15 km
 - > 15 km
- **Los suelos areno-gravosos se encuentran:**
 - In Situ
 - < 2 km
 - 2-5 km
 - 5-15 km
 - > 15 km

.....criterios analizados para la selección

V
FACTOR
GEOLOGÍA

- **Litología con:**
 - Baja permeabilidad
 - Mediana permeabilidad
 - Alta permeabilidad
- **La litología en función de su excavabilidad es:**
 - Fácilmente excavable
 - Medianamente excavable
 - Difícilmente excavable
 - No excavable
- **La estratigrafía del sitio favorece el aislamiento del agua subterránea:**
 - Altamente
 - Medianamente
 - Débilmente
 - Nada (DESCARTAR)

17

28112002

FORO REGIONAL "CONFINAMIENTO DE RESIDUOS"

.....criterios analizados para la selección

VI
FACTOR
HIDROGEOLOGÍA

- **Relación entre el agua subterránea y el sitio:**
 - No existe
 - Puede existir
 - Existe
- **El sitio está relacionado con acuíferos libres que:**
 - No están relacionados
 - N.E. > 200 m y tiempo de flujo superficie-acuífero de >300 años (10^6 cm/seg)
 - N.E. < 200 m y tiempo de flujo superficie-acuífero de < 300 años
- **El sitio está relacionado con acuíferos confinados que presentan:**
 - No estar relacionados
 - Espesor y carácter del confinante superior impide el paso de contaminantes
 - Espesor y carácter del confinante superior NO es suficiente para impedir el paso de contaminantes.
- **El sitio probablemente forma parte de un sistema acuífero:**
 - No forma parte
 - Confinante superior
 - Zona de descarga
 - Zona de recarga (DESCARTAR)
 - Zona acuífero (DESCARTAR)

18

28112002

FORO REGIONAL "CONFINAMIENTO DE RESIDUOS"

.....criterios analizados para la selección

VI FACTOR HIDROGEOLOGÍA (continuación)	<ul style="list-style-type: none">• El sistema acuífero posiblemente Relacionado al sitio, tiene importancia:<ul style="list-style-type: none">- No hay sistemas acuíferos- Local- Regional• La calidad del agua del acuífero al que puede estar relacionado el sitio es:<ul style="list-style-type: none">- No está relacionado a acuíferos- Mala calidad- Buena calidad• El acuífero al que puede estar relacionado el sitio, es único:<ul style="list-style-type: none">- No está relacionado a acuíferos- No- Si• La utilización del posible acuífero en las actividades de la región es importante:<ul style="list-style-type: none">- No hay acuíferos importantes- No- Si
--	---

.....criterios analizados para la selección

VII FACTOR BIOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none">• El sitio se encuentra en zona protegida:<ul style="list-style-type: none">- No- Si• El sitio se encuentra en Habitat especial o hay especies únicas:<ul style="list-style-type: none">- No- Si• El sitio se encuentra en zona de rutas migratorias:<ul style="list-style-type: none">- No- Si
VIII FACTOR ARQUEOLÓGICO O HISTÓRICO	<ul style="list-style-type: none">• El sitio puede afectar área de importancia histórica o arqueológica:<ul style="list-style-type: none">- No- Si

.....criterios analizados para la selección

<p>IX</p> <p>FACTOR SOCIO-ECONÓMICO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El sitio se encuentra en un régimen de tenencia de la tierra <ul style="list-style-type: none"> - Privado: - Ejidal - Comunal • El uso que se le da a la tierra alrededor del sitio es de gran importancia: <ul style="list-style-type: none"> - No - Si • Existe posibilidad, de acuerdo a los recursos naturales, que en el futuro se pueda modificar sustancialmente el uso del suelo alrededor del sitio: <ul style="list-style-type: none"> - No - Si • Los impactos sobre áreas aledañas al sitio, se pueden mitigar: <ul style="list-style-type: none"> - Fácilmente - Parcialmente - No • La implementación del sitio podría influenciar la actividad económica de la región: <ul style="list-style-type: none"> - Positivamente - Negativamente
---	---

.....criterios analizados para la selección

<p>IX</p> <p>FACTOR SOCIO-ECONÓMICO (continuación)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Por su localización y características, al sitio se le podrían acondicionar zonas de amortiguamiento: <ul style="list-style-type: none"> - Completa/fácilmente - Parcial/con dificultad - Mínima/con Dificultad • Por su situación, el sitio modificará ostensiblemente el paisaje: <ul style="list-style-type: none"> - No - Si • Por su densidad de población, el rechazo a la implementación de un confinamiento podría ser: <ul style="list-style-type: none"> - Poca - Moderada - Importante • El costo de la tierra, para la ubicación del sitio, de acuerdo a su uso actual es: <ul style="list-style-type: none"> - Bajo - Moderado - Alto
--	---

.....criterios analizados para la selección

<p>X</p> <p>FACTOR ACCESIBILIDAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El camino de acceso al sitio, se podría construir a partir de: <ul style="list-style-type: none"> - Carretera pavimentada - Camino de terracería - Brecha • El sitio puede tener comunicación por ferrocarril a: <ul style="list-style-type: none"> - < 10 km - 10-20 km - > 20 km • Las rutas de acceso por su trazo y topografía presentan riesgo para el transporte: <ul style="list-style-type: none"> - Bajo - Mediano - Alto • Las rutas de acceso al sitio, deben atravesar zonas de: <ul style="list-style-type: none"> - Bajo desarrollo y densidad poblacional - Alto desarrollo y densidad poblacional • Se respeta la distancia a los centros de población (25 km, 10,000 hab. y 15 km para los de entre 5,000 y 10,000) <ul style="list-style-type: none"> - Si - No • La distancia al centro de producción (capital del Estado) es: <ul style="list-style-type: none"> - > 25 km < 50 km - 50 – 100 km - 100 – 150 km - > 150 km
---	---

.....criterios analizados para la selección

<p>X</p> <p>FACTOR ACCESIBILIDAD (continuación)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El sitio está a más de 500 m de una vía de comunicación importante: <ul style="list-style-type: none"> - Si - No • El transporte que podría realizar el movimiento de desechos es de: <ul style="list-style-type: none"> - Gran capacidad (40 Ton) - Mediana capacidad (20 ton) - Baja capacidad (10 ton) • Los aeropuertos están a una distancia adecuada (> 25 km): <ul style="list-style-type: none"> - Si - No • Los caminos de acceso al sitio, que se deberán construir a partir de vías existentes son de: <ul style="list-style-type: none"> - < 5 km - 5-10 km - >10 km • Por su topografía los caminos de acceso al sitio podrían implicar un costo de construcción: <ul style="list-style-type: none"> - Bajo - Moderado - Alto
--	--

.....criterios analizados para la selección

<p>XI</p> <p>FACTOR SERVICIOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El sitio tiene acceso a la electricidad a un costo relativamente: <ul style="list-style-type: none"> - Bajo - Moderado - Alto • El sitio puede disponer de agua para su operación, con una inversión relativamente: <ul style="list-style-type: none"> - Baja - Moderada - Alta • Existe en las inmediaciones telefonía rural: <ul style="list-style-type: none"> - Si - No
--	--

FORO REGIONAL "CONFINAMIENTO DE RESIDUOS" 28112002 26

Conclusiones

La metodología de estudio empleada nos permitió:

- ✓ Conocer de manera regional las características del medio físico.
- ✓ Conocer la relación entre el medio físico y el agua subterránea
- ✓ Generar un prototipo de carta a la que llamamos:
 - *Susceptibilidad del Agua Subterránea a la Contaminación en función de las Características del medio Físico.*
- ✓ Ofrecer una guía a los organismos, instituciones y personas interesadas en preservar el medio ambiente, en cuanto al grado de susceptibilidad de ciertas áreas para contaminar o no el agua subterránea.
- ✓ Dar a conocer a la sociedad que SI existen zonas, que por las características analizadas, permitirían de manera segura, el confinamiento de residuos que de otra manera, no han sido tratados o confinados.

FORO REGIONAL "CONFINAMIENTO DE RESIDUOS" 28112002 26

... "Es necesario reconocer que el documento cartográfico propuesto (1992) dista mucho de haber agotado el conocimiento actual sobre el medio físico del Estado, pero consideramos que es un primer paso para orientar el aprovechamiento racional de las características físicas del mismo".

Actualmente se produce en:



Y no tenemos sitios para confinarlos....

**El sabio no se sienta para lamentarse,
sino que se pone alegremente a su tarea
de reparar el daño hecho.**

Shakespeare, William

29

26/11/2002

FORO REGIONAL "CONFINAMIENTO DE RESIDUOS"

PONENCIAS PRESENTADAS E INCLUIDAS EN LA MEMORIA DEL FORO REGIONAL “CONFINAMIENTO DE RESIDUOS”

- 3.1. Manejo de residuos peligrosos en México. Situación Actual; Ing. Guillermo J. Román Moguel e Ing. Manuel Aguilar, SEMARNAT.
- 3.2. Confinamiento de residuos peligrosos caso “La Pedrera” Municipio de Guadalcázar; Dr. Pedro Medellín Milán, Profesor-Investigador de la UASLP.
- 3.3. La participación social en la problemática de los confinamientos de residuos peligrosos; Dra. Angelina Nuñez, de Educación y Defensa Ambiental, A.C.
- 3.4. REMEXMAR en San Luis Potosí; Ing. Guillermo Moreno, Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del Gobierno del Estado (SEGAM)
- 3.5. Metodología para la localización de sitios para la instalación de confinamiento de residuos; Ing. Carlos Francisco Puente Muñiz, Facultad de Ingeniería, UASLP
- 3.6. Sitios contaminados en el Estado de San Luis Potosí; Dr. Fernando Díaz-Barriga; Facultad de Medicina, UASLP
- 3.7. Manejo de residuos peligrosos; Ing. Miguel Muñoz, Gen Industrial, S.A. de C.V.
- 3.8. Propuesta técnica para el confinamiento seguro de residuos industriales en el sitio “La Pedrera” Municipio de Guadalcázar, S.L.P.; Dr. Eckart Hilmer y Dr. Wini Schmidt, Consultores de GTZ y asesores de SEMARNAT.
- 3.9. Manejo de residuos peligrosos; Ing. Guillermo Ramírez, Ecolimpo.
- 3.10. Proyecto Ecomillenum/ Tecnología para el manejo de residuos peligrosos en Europa; Ing. Francisco Mendoza Sánchez, Ecomillenum.

Además está disponible la **relatoría** de las participaciones en la plenaria que incluye:

- La Introducción al evento, por el Lic. José de Jesús Gama, Delegado Federal de la SEMARNAT.
- La relatoría general que se presentó al concluir la sesión plenaria de discusión y propuestas.
- Propuestas específicas que surgieron durante la sesión plenaria.
- Breve recuento de comentarios e intervenciones orales durante las demás sesiones del foro, así como las propuestas presentadas por escrito por los participantes.

La memoria completa se encuentra disponible en los siguientes sitios de Internet:

Delegación Federal de la SEMARNAT en SLP: <http://www.semarnat.gob.mx/slp/>
SEGAM, Gob. del Estado de SLP: <http://www.segam.gob.mx>
Agenda Ambiental de la UASLP: <http://ambiental.uaslp.mx/>

*También existe una versión de la memoria en CD,
disponible en forma gratuita para los participantes registrados en el foro.
La edición de las memorias en formato electrónico estuvo a cargo de
Luz María Nieto Caraveo y Maricela Rodríguez, de la Agenda Ambiental de la UASLP*
