

IV. PARTES QUE INTEGRAN UN CONFINAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Una vez seleccionado y autorizado el lugar adecuado para el establecimiento del confinamiento, el siguiente paso es la ejecución del proyecto ejecutivo, el cual consiste en presentar a nivel de detalle los estudios preliminares descritos anteriormente.

4.1 Accesos

El camino de acceso que une al sitio con las vías principales de comunicación debe ser transitable todo el tiempo con un ancho de 8.00 m como mínimo y estar en buenas condiciones de seguridad. El sitio debe localizarse a una distancia no menor de 500 metros de las vías de comunicación federal o estatal.

4.2 Area de Espera

Deberá contar con el espacio suficiente para el estacionamiento de los vehículos que transporten residuos peligrosos y requieran esperar su turno.

4.3 Area de Recibo

Esta área esta destinada a recibir el manifiesto enviado por la industria generadora del residuo; así como, para pesar la cantidad de material que se va a confinar.

4.4 Caminos

Los caminos serán de dos tipos, exteriores e interiores. Los caminos exteriores, deben ser de tipo permanente, para garantizar el tránsito a todo tipo de vehículos que acudan al confinamiento en cualquier época.

Si por algún motivo, ya sea por requerimientos de carga, de diseño y volumen de tránsito de los camiones, se hace necesaria la colocación de una carpeta asfáltica, esta superficie deberá estar definida por el trazo del camino incluyendo cortes y terraplenes, misma que definirá la subrasante. Para recibir la carpeta se deberá construir lo siguiente:

- Una sub-base con un espesor mínimo de 12 cms formada de material neutral, ya sea producto de la excavación o explotación de bancos de materiales
- Una base con espesor de 12 cms de grava controlada y arena compactada al 95% mínimo.

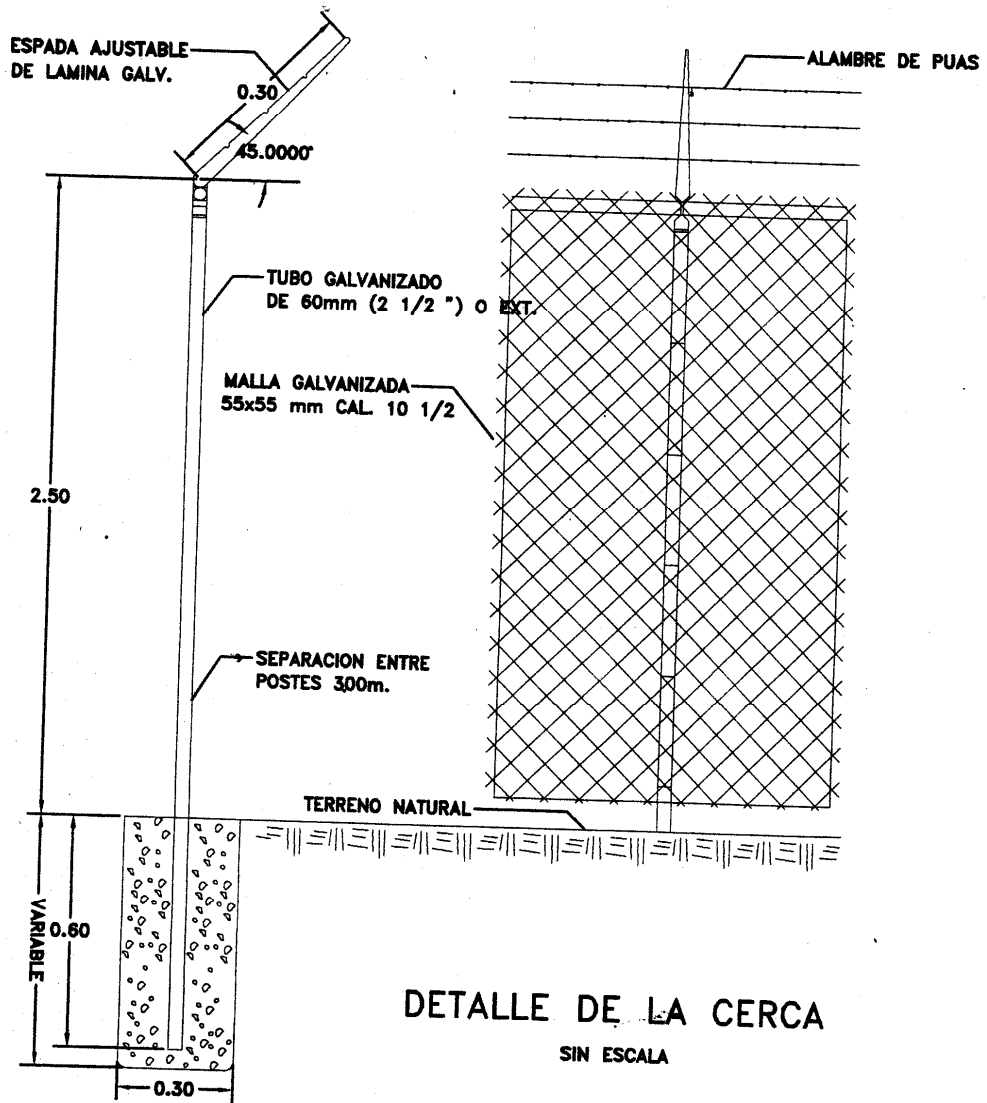
A su vez, los caminos interiores deben facilitar la doble circulación de vehículos que transporten los residuos peligrosos, ser de tipo temporal o permanente y suficientes en número para dar acceso a las celdas de operación.

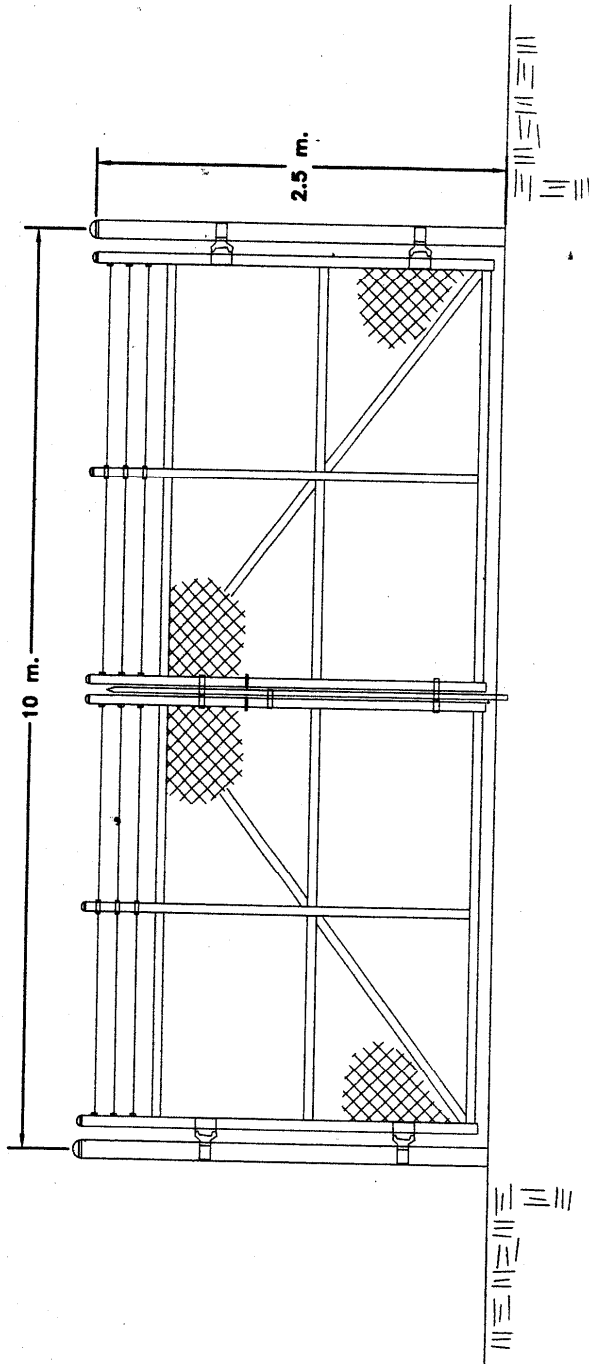
4.5 Cerca perimetral y de seguridad

La cerca perimetral del confinamiento deberá construirse con alambre de púas de cinco hilos de 1.50 m de alto a partir del nivel del suelo.

La cerca de seguridad para zonas restringidas del confinamiento deberá ser de malla tipo ciclónica de 5 cm de separación, soportada con postes de tubo galvanizado de 2 pulgadas de diámetro, colocadas a una separación máxima de 3 m entre sí y con una altura mínima de 2.50 m., lo cual se puede apreciar en la figura 3. Los detalles de puerta se indican en la figura 4.

Figura 3





DETALLE DE PUERTA
SIN ESCALA

4.6 Area de Control Administrativo

Se propone un pequeño centro de control administrativo, a la entrada de la planta de confinamiento. Este edificio, contendrá las oficinas correspondientes a gerencia, contabilidad y control de documentación.

Todos los archivos, registros, y reportes de operación, se mantendrán en esta oficina.

4.7 Laboratorio

El laboratorio, tendrá capacidad para pruebas de identificación simple; su principal función, es la de vigilar que los residuos que se reciben no contengan sustancias no compatibles, tales como solventes, que pudiesen dañar las membranas de polietileno.

Por lo que, deberá contar con los dispositivos y equipo necesario para la toma de muestras, verificar la composición y características de peligrosidad de los residuos, así como para realizar los análisis de lixiviados y pruebas de campo.

Para los fines de diseño y construcción del laboratorio se deben reunir las siguientes condiciones:

- Localizarse fuera del área administrativa y de las celdas de confinamiento
- Contar con extracción de aire
- Iluminación a prueba de explosión
- Pisos antiderrapantes y sellados
- Mesas de trabajo con instalación eléctrica
- Materiales de construcción no inflamables
- Tarja de acero inoxidable
- Tanque de recepción de agua para lavado de equipo
- Tanque o fosa de recepción de aguas de lavado de equipo
- Regadera de emergencia

- Lavaojos
- Cuarto de albergue de gases para análisis
- Múltiple con cinturón para sujeción de cilindros
- Estantería para el almacenamiento de reactivos
- Campana de extracción con flujo laminar
- Area de instrumentos

4.8 Area de Almacenamiento

La función de este almacén será temporal, ya que se almacenarán los residuos antes de pasar al área de confinamiento, cuando sea necesario el tratamiento previo o no haya celda disponible.

Esta área deberá contar con una capacidad mínima de siete veces el volumen promedio de residuos peligrosos que diariamente se reciben y estibar como máximo tres recipientes de 200 litros, así como, contar con los compartimentos suficientes para la separación de los residuos, según sus características de incompatibilidad y estar techada con material no inflamable y contar con equipo contra incendios.

4.9 Area de Limpieza

Estará destinada para el aseo de vehículos de transporte, equipos y materiales utilizados en la operación del confinamiento. Para su diseño y construcción se deben tener en cuenta las siguientes condiciones:

- Estar ubicada cerca de las áreas de confinamiento y lejos del área administrativa
- Contar con iluminación suficiente
- Estar dotada con equipo de agua y aire a presión

- Tener pisos con acabado rugoso y juntas estructurales debidamente selladas a la losa de desplante
- Tener instaladas en los pisos canaletas y rejillas con pendiente de un 2% para conducir los líquidos a un depósito con capacidad suficiente para captar los líquidos que se generen.

4.10 Diseño de Celdas Maestras

4.10.1 Descripción del diseño

Las celdas podrán extenderse aproximadamente 1.50 m por debajo del nivel natural del terreno existente y 2.0 m a 2.50 m por arriba de la superficie del terreno natural existente.

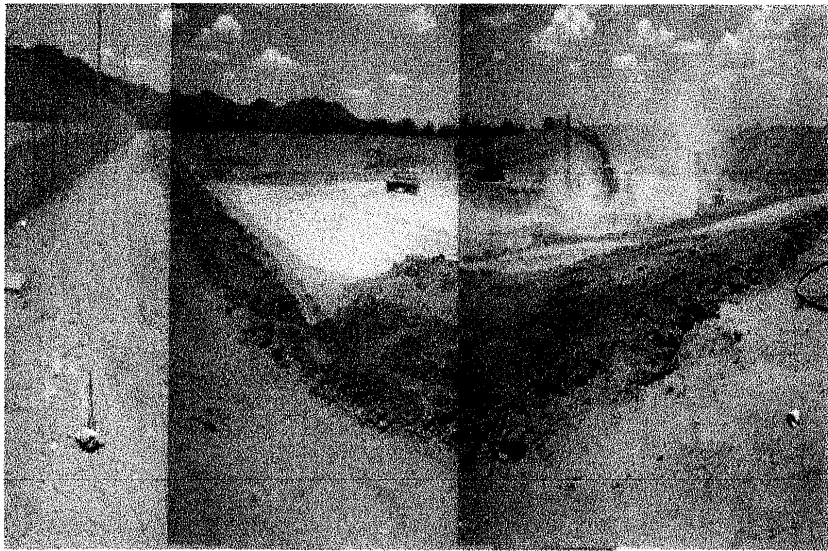
La elevación del fondo de la celda varía dependiendo de su localización y de la profundidad del caliche.

El diseño de las celdas se inicia con las terracerías, las cuales a su vez incluyen excavación, taludes y muros. En la figura 5 se puede apreciar la excavación de Celda y la maquinaria utilizada para ello. Es de vital importancia asegurar la capacidad de carga del material, considerando la acción de las siguientes fuerzas: presión de relleno, cargas de construcción, operación y sismo. Por lo cual, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

El terreno debe ser tratado, homogeneizado y compactado al 95%, en caso de que el material no sea apto para compactación, este se deberá estabilizar, lo más común es el uso de cal, ya que al mismo tiempo, se le da mayor resistencia al terreno. Los muros de contención deben tener un espesor de 60 cm de concreto, con una resistencia de 240 kg/cm² o su equivalente en otros materiales. A su vez, las pendientes de los taludes de la celda deben ser iguales o menores al ángulo de reposo del material del propio talud.

Figura 5

Excavación de Celda



Una vez compactado el terreno, se utiliza una capa de material para darle impermeabilidad al suelo, regularmente se utiliza material arcilloso compactado al 95% y afinado de acuerdo a los niveles del terreno para lograr una permeabilidad de 1×10^{-7} cm/seg. En la figura 6 se puede observar la colocación de la capa de arcilla para impermeabilización de celda. Para asegurar el 100% de la impermeabilización, se usan las membranas P. E. A. D. (Polietileno Alta Densidad) de material sintético no biodegradable, para mayor protección se utiliza doble membrana; la cual puede escogerse dentro de la gran variedad de marcas que existe en el mercado. La figura 7 indica los detalles de colocación de membrana y la figura 8 muestra el inicio de colocación de membrana.

Figura 6
Capa de Arcilla para Impermeabilizar Celda

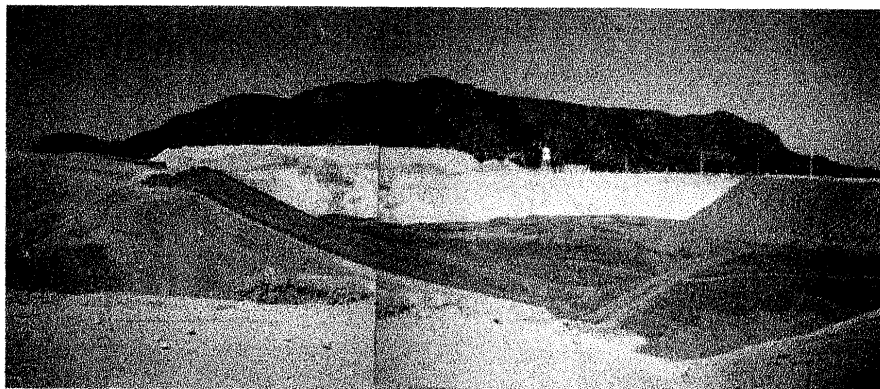
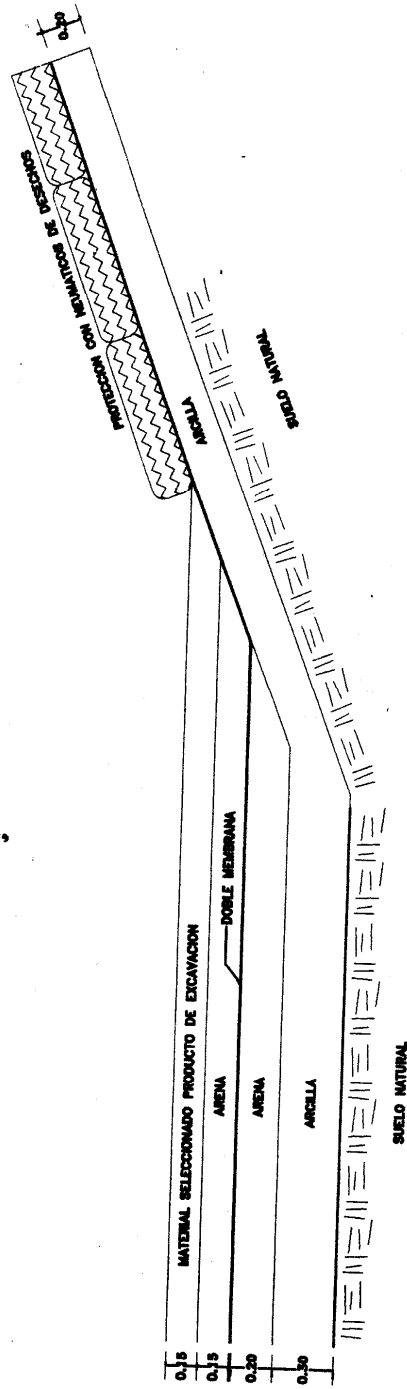


FIGURA 7

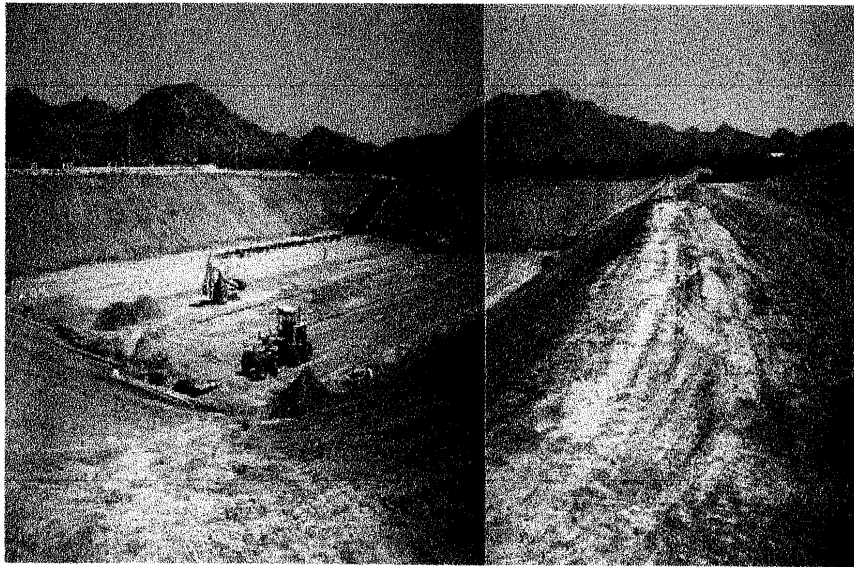


SECCION TRANSVERSAL DE COLOCACION DE MEMBRANA
EN PLANTA Y TALUDES DE CELDA.

SIN ESCALA

Figura 8

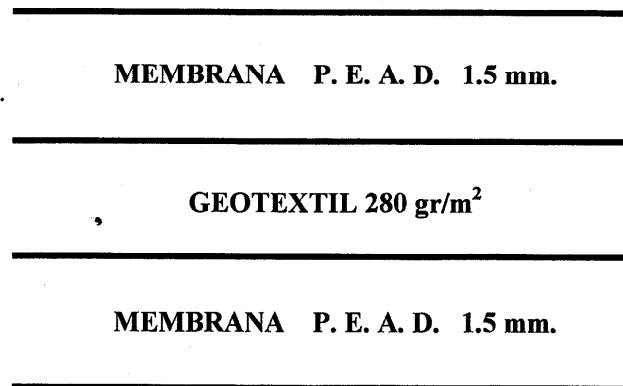
Inicio de Colocación de Membrana PAD



Para evitar que se junten las dos membranas y utilizar sensores de monitoreo para conocer posibles fallas de las membranas, se utiliza una membrana geotextil, la cual se coloca entre las dos membranas P. E. A. D.. cuyas especificaciones se detallan en la siguiente figura.

Figura 9

Detalle de Colocación de Membrana



Antes de la membrana PEAD y después de la capa de arcilla es conveniente colocar una cama de arena de 15 cms de espesor, lo mismo encima de la membrana para darle protección mecánica a la celda y protegerla durante las maniobras de construcción o de manera opcional se pueden utilizar neumáticos de desecho. Cualquier daño a la membrana deberá ser reparado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Además se debe, extender una capa de material de base 30 cms de espesor para permitir el tránsito de camiones y equipo de maniobras en la fase operacional.

En la figura 10 se puede apreciar la impermeabilización de la celda por medio de la membrana.

Una vez colocada la membrana es conveniente anclarla al terreno, para conocer las especificaciones de anclaje ver figura 11.

Figura 10
Membrana Impermeable

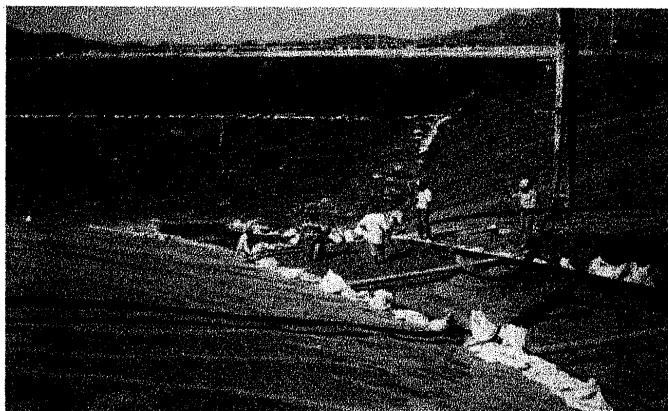
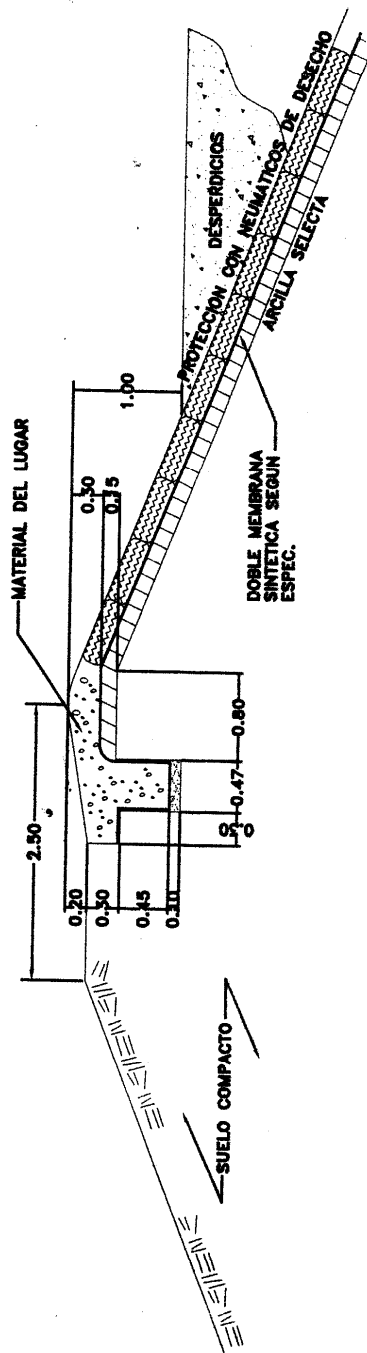


FIGURA 11



DETALLE DE ANCLAJE TIPO II (SIN RECUBRIMIENTO)

ESCALA 1:50

4.10.2 Cierre de Celdas

Las celdas para disposición de residuos industriales permanecerán abiertas hasta que hayan sido llenadas totalmente hasta su nivel final. Una vez que la celda se encuentre llena totalmente, el material de cubierta deberá ser colocado. Dicho material de cubierta consiste en el material de relleno requerido para poder tener una base adecuada de trabajo del equipo sobre los residuos. La siguiente capa es de material arcilloso para reducir la permeabilidad y limitar al mínimo la infiltración hacia dentro de la celda después de la capa final.

La última capa del material de cubierta consiste en un material gravo-arenoso para dar nivel con una pendiente ya terminada de un mínimo de 2% pero no mayor de 4%. Esta última capa de la cubierta provee el drenaje pluvial superficial hacia el drenaje pluvial perimetral de las celdas. Así mismo, esta capa de relleno asegura una protección a la capa de arcilla para evitar su desecación y agrietamiento como consecuencia de la pérdida de humedad.

4.10.3 Calidad de la Membrana

El instalador deberá asegurar la calidad de la membrana, suministrando la siguiente información por cada rollo:

- El origen de las materias primas.
- Nombre del fabricante
- Una copia de certificación de control de calidad de las materia primas expedida por el fabricante.

Además, el instalador deberá proporcionar las propiedades de los materiales, incluyendo las referentes a la tensión y resistencia al desgarramiento. Muestras de los

materiales deberán ser proporcionadas para futuras aclaraciones por el supervisor de la obra.

4.10.4 Integridad de la Membrana

El instalador deberá certificar la integridad de la membrana estableciendo por escrito lo siguiente:

- La membrana impermeable flexible reforzada fue hecha con materias primas de primera calidad y con el espesor requerido.
- No tenía defectos al arribo al lugar de la obra.
- La membrana fue transportada, almacenada y manejada adecuadamente de tal manera que no sufriera ningún daño.
- La membrana fue colocada y junteada de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Las juntas fueron probadas de forma no destructiva.
- Los paneles fueron inspeccionados por posibles defectos antes y después de su colocación.
- Las reparaciones fueron hechas inmediatamente y llevadas a cabo de tal manera que se conservara la integridad de la membrana.
- La subrasante fue inspeccionada antes de la colocación de la membrana y se encontró en condiciones satisfactorias.

4.11 Mecanismos de Monitoreo

Para la captación de lixiviados es conveniente contar con líneas de drenaje, las cuales consisten en una red de tuberías de PVC perforadas para captar todos los líquidos, distribuidos entre el área total de la celda (uno por cada 1,000 metros). Dicha red se

conecta a un sistema de colectores de PVC que llevan los líquidos a los pozos de captación de lixiviados (figura 12), a su vez los pozos de captación son tubos de concreto que permiten la entrada de personal para inspección y análisis de los lixiviados de donde se conducen a las lagunas de evaporación. En la figura 13 se detalla la colocación de la red de tuberías para conducción de lixiviados. La figura 14 indica las dimensiones de la celda y colocación de la red de tuberías PVC para captación de lixiviados, las figuras 15 y 16 detalla las secciones transversales de ésta celda. En la figura 17 podemos observar la colocación de la red de tuberías.

Figura 12

Pozo de Captación de Lixiviados

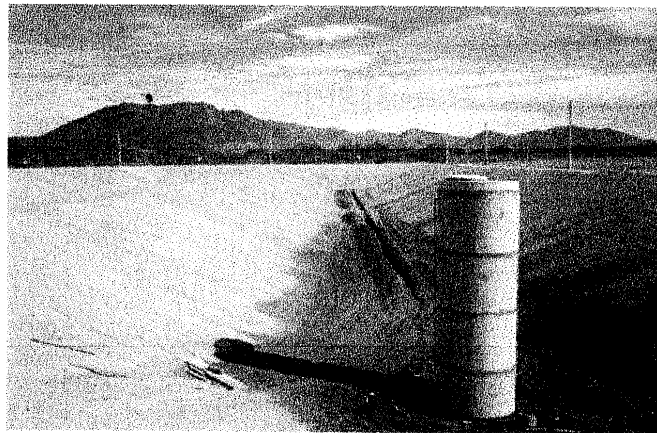
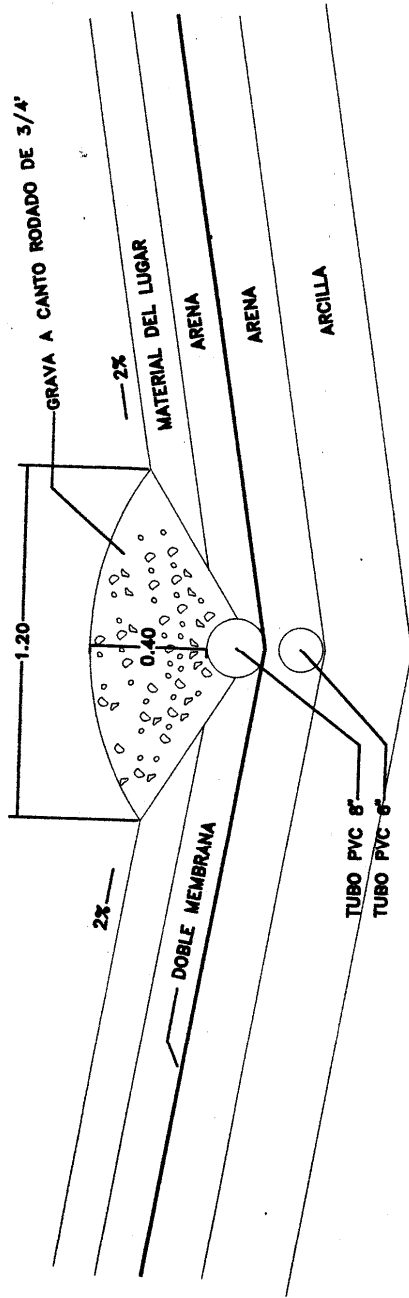


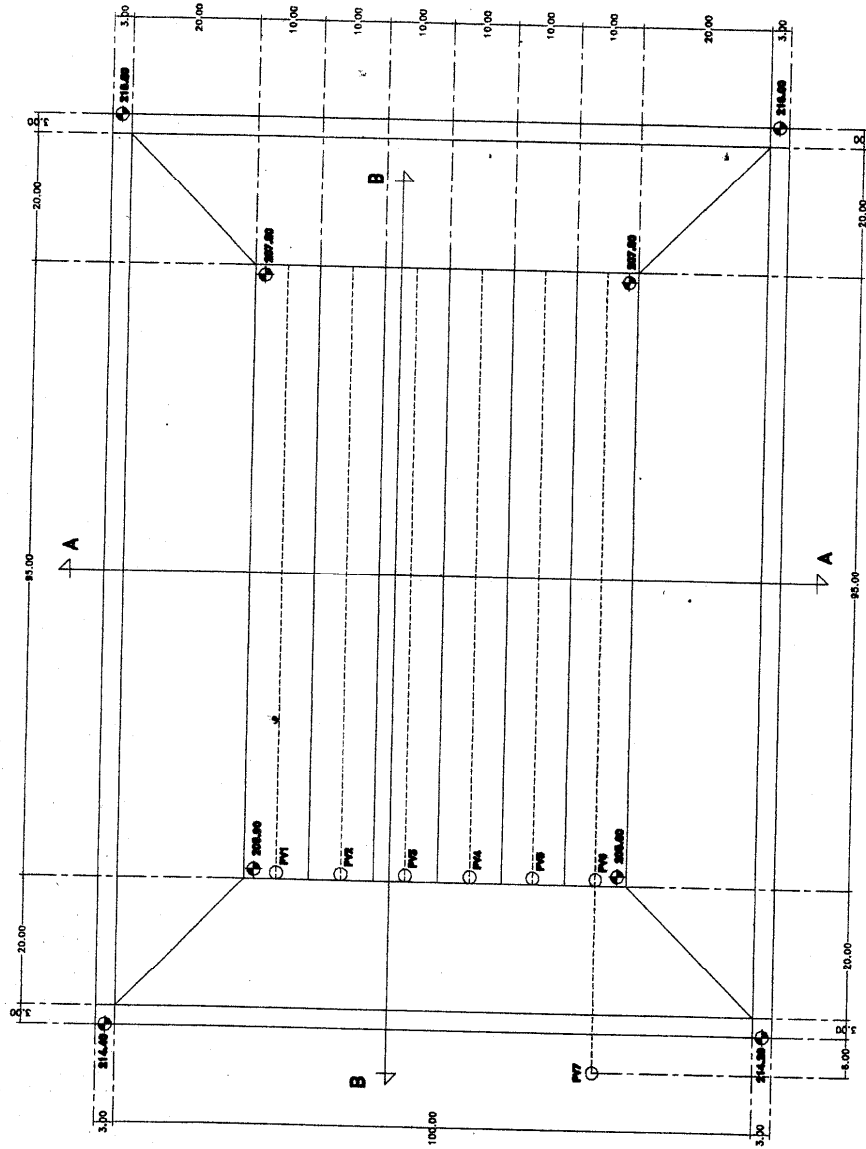
FIGURA 13.



DETALLE CONDUCCION LIXIVIADOS

SIN ESCALA

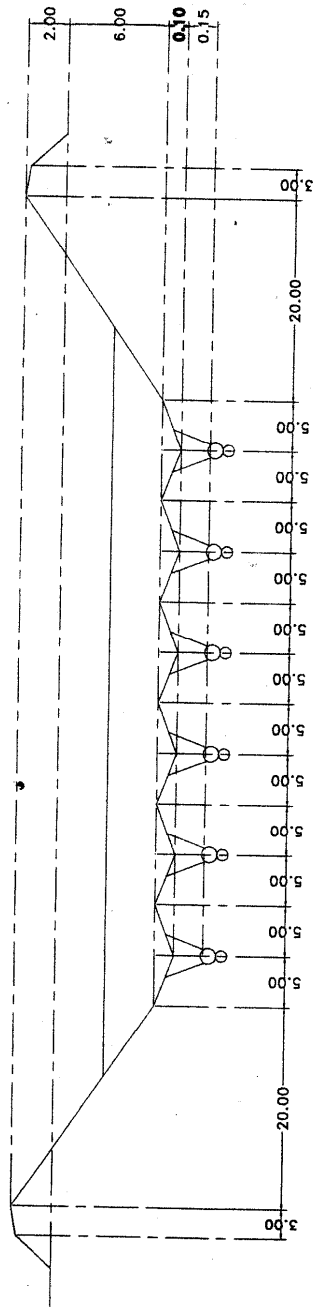
PLANTA CELDA MAESTRA NO. 1



PLANTA CELDA MAESTRA

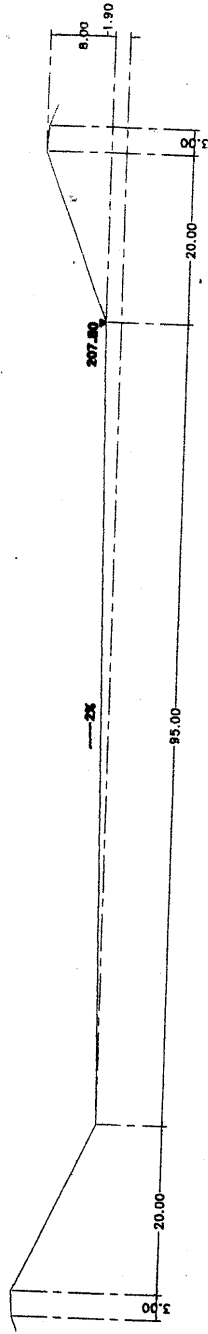
FIGURA 14

FIGURA 15



SECCION A-A

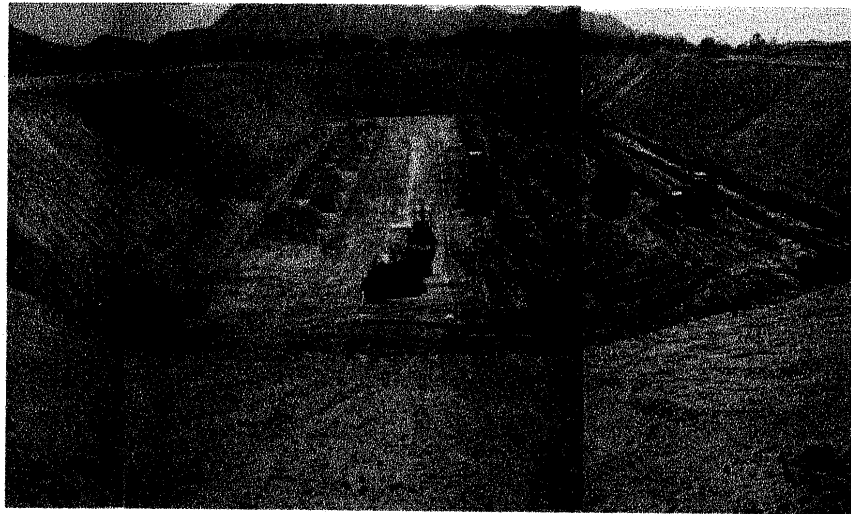
FIGURA 16



SECCION B-B

Figura 17

Instalación de Red de Tuberías para Conducción de Lixiviados



4.12 Laguna de Evaporación

4.12.1 Descripción del diseño

La laguna de evaporación es el lugar donde se dispondrán las aguas de lluvia que caen dentro de las celdas y que han estado en contacto con los desechos, así como los posibles escurrimientos de lixiviados. Dichos líquidos son bombeados desde los pozos de monitoreo.

Para calcular las dimensiones de la laguna de evaporación, se considerará el área expuesta de la celda más grande del proyecto a una intensidad de lluvia del doble de la más severa registrada y con un tiempo de duración de una hora aproximadamente. Esto con el fin de considerar el caso más desfavorable, probablemente muy remoto de presentarse, para contar con un margen de seguridad bastante amplio y proteger las instalaciones existentes y más aún el entorno de la zona.

La laguna de evaporación tendrá el mismo sistema de barrera impermeable que las celdas de confinamiento.

4.12.2 Mantenimiento

Para asegurar la misma capacidad de uso de las lagunas de evaporación durante la vida útil del confinamiento de residuos, durante el tiempo de sequías las lagunas serán limpiadas, después de la temporada de lluvias, por posibles residuos que se presenten debido a los líquidos bombeados a las lagunas.

Los desechos colectados de las lagunas serán dispuestos en las celdas correspondientes.

4.12.3 Cierre de Lagunas de Evaporación

Una vez terminada de colocar la capa final sobre las últimas celdas impermeables, las lagunas de evaporación deberán llenarse completamente con material inerte como método de disposición, ya que no es posible seguir utilizando las lagunas como celdas, puesto que en caso de lluvia los líquidos no podrán disponerse de ninguna otra forma.

En virtud de que tanto el fondo como los taludes de las lagunas cuentan al igual que las celdas, con el mismo sistema de protección contra la infiltración de agua al subsuelo y que las lagunas son lugares para disponer líquidos, y supuestamente éstos líquidos no existen al momento de su cierre, la capa final podrá constar de una capa de relleno de material gravo-arenoso para así mejorar el drenaje pluvial del área completa.

En caso de existir líquidos en las lagunas al momento de cierre, éstos deberán dejarse evaporar primeramente, para después proceder al cierre definitivo de la laguna.