



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto

FINAL

PROYECTO

**TRATAMIENTO Y
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS
RESIDUOS SÓLIDOS DE LA
EMPRESA SICAMAR
METALES**

PROYECTO Nº 8

COORDINADOR:

ING. JULIO SALVAY

DIRECTOR:

ING. ALBERTO ARMAS

ALUMNO:

CRISTIÁN PALACIOS

**INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003**



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto



FINAL

**TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN
FINAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LA EMPRESA
SICAMAR METALES**

PROYECTO

TEMA:
TEMARIO

COORDINADOR:
ING. JULIO SALVAY
DIRECTOR:
ING. ALBERTO ARMAS
ALUMNO:
CRISTIÁN PALACIOS

INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003





I - INTRODUCCIÓN

II - OBJETIVO

III - OBTENCIÓN DE DATOS

- 1)- Descripción del proceso productivo
 - 1-1- Planta N° 2
 - 1-2- Planta N° 1
 - 1-3- Cantidad de combustible utilizado por los hornos
 - 1-4- Efluentes gaseosos de los hornos
 - 1-5- Esquema del proceso productivo

IV - BALANCE DE MASAS

- 1)- Balance de masas
- 2)- Cuadro de análisis cualicuantitativo del residuo
- 3)- Nomenclatura

V - ASPECTOS LEGALES

- 1)- Definiciones
 - 1.1 Generador de residuos peligrosos
 - 1.2 Cuerpo receptor
 - 1.3 Planta de tratamiento
 - 1.4 Planta de disposición final
 - 1.5 Residuo

VI - TRATAMIENTO

VII - LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO

VIII - DISPOSICION FINAL

- 1) Calculo y diseño del relleno de seguridad
 - 1.1 Parámetros
 - 1.1.1 Densidad del residuo
 - 1.1.2 Nivel napa freática
 - 1.1.3 Tensión admisible del suelo
 - 1.1.4 Tipo de suelo de la zona de emplazamiento



2) Memoria de cálculo

2.1 Cálculo del volumen anual del residuo generado

2.2 Vida útil del relleno

2.3 Dimensionamiento

3) Diseño

3.1 Planta de distribución

3.2 Detalle de las celdas

3.3 Planta general

3.4 Cortes y vistas

3.5 Diseño de la celda

3.5.1 Características

3.5.2 Sellado inferior

3.5.3 Sellado superior

IX – *GESTION DE LOS RESIDUOS*

X – *CÓMPUTO Y PRESUPUESTO*

1) Cómputo y presupuesto del costo de inversión

2) Cómputo y presupuesto del costo de operación

2.1 Costo anual de la mano de obra

2.2 Cómputo anual del movimiento de suelos y otros

2.3 Costo de operación para una celda

XI – *ANALISIS DE COSTOS*

1) Costo de inversión

1.1 Preparación del presupuesto

1.1.1 Estudio y diseño

1.1.2 Adquisición del predio

1.1.3 Preparación del terreno y obras complementarias

2) Costos de operación

2.1 Costo anual de operación

2.2 Costo unitario de operación

3) Costo actual y comparación



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR FINAL: TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
INDUSTRIALES DE LA EMPRESA SICAMAR METALES

ALUMNO: PALACIOS CRISTIÁN

DIRECTOR: ING. ALBERTO ARMAS

XII – ANEXO

XIII – PLANOS

XIV – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

XV – AGRADECIMIENTOS



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto



FINAL

**TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN
FINAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LA EMPRESA
SICAMAR METALES**

PROYECTO

TEMA:
DESARROLLO

COORDINADOR:
ING. JULIO SALVAY
DIRECTOR:
ING. ALBERTO ARMAS
ALUMNO:
CRISTIÁN PALACIOS

INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003



I - INTRODUCCIÓN:

El siguiente proyecto, apunta a resolver el problema del tratamiento y disposición final de los residuos sólidos industriales generados por la industria SICAMAR METALES. Dicha empresa se encuentra ubicada en el parque industrial de la ciudad de Venado Tuerto, sur de la provincia de Santa Fe, Argentina.

SICAMAR METALES produce lingotes de aleación de aluminio, metal líquido y lingotes para galvanización, mediante el sistema de tratamiento de la chatarra de aluminio.

La generación de residuos derivados del proceso productivo, constituye un verdadero problema para la empresa, ya que ésta debe acumular los residuos en planta, ocasionando el inconveniente de ocupación ociosa del espacio, para luego ser transportados a un vertedero de la zona de Rosario, con el costo de transporte y disposición final por tonelada de residuo depositado que ello implica.



II – OBJETIVO:

El objetivo de este trabajo es, resolver el problema de los residuos sólidos industriales generados por la empresa metalúrgica SICAMAR METALES, dentro del marco legal de la provincia de Santa Fe, ley 11717, para ello se estudiará los tipos de residuos, caracterizándolo de acuerdo a la legislación vigente, para luego definir el proceso de tratamiento y disposición final de los mismos.

III – OBTENCION DE DATOS:

A continuación se desarrollarán puntos fundamentales para la obtención de la cantidad y procedencia de cada tipo de residuo generado.

1- DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO:

1-1- PLANTA N° 2: La chatarra de aluminio que ingresa a la planta n° 2 es triturada por un procesador de molino a martillo, para luego ser clasificada por un sistema de cintas transportadoras. El procesador cuenta con un sistema purificador de polvo, del cual se recoge tierra como principal componente del residuo, además de plásticos maderas etc.

1-2- PLANTA N° 1: Luego de que la chatarra ha sido procesada en la planta n° 2, es trasladada a la planta n° 1, es introducida en los hornos refinadores con una mezcla de fundentes.

Este sistema refinador está compuesto por un horno rotativo con capacidad de trabajo para 5 toneladas de material (chatarra) más 1.3 toneladas de sal y 2 hornos rotativos con capacidad para 7.5 toneladas de material más 2 toneladas de sal.

De este proceso se desprende un residuo, compuesto básicamente por: cloruro de sodio fluorita, óxidos de aluminio, magnesio silicio, etcétera y aluminio metálico.

De este residuo se recupera parte del aluminio metálico, que ingresa nuevamente al sistema productivo.



Los hornos refinadores cuentan con un sistema purificador de humos, cuya unidad filtrante retiene finos, este tipo de residuo esta compuesto por: mezcla de oxido de calcio mas cloruro de sodio y potasio mas cloruro de calcio.

Siguiendo con la cadena productiva, a los hornos convertidores llega una carga metálica compuesta por aluminio refinado liquido, aleantes mas metales puros, chatarra gruesa, aluminio secundario, aluminio recuperado del enfriador de escoria y rezagos tecnológicos de aluminio de la máquina coladora.

La batería de hornos convertidores está integrada por:

Hornos que trabajan en tandem con los hornos rotativos:

2 hornos basculantes de 11 toneladas de capacidad

1 horno basculante de 15 toneladas de capacidad

1 horno fijo de 10 toneladas de capacidad

Hornos que trabajan como unidad de producción:

1 horno basculante de 4 toneladas de capacidad

1 horno basculante de 2 toneladas de capacidad

1 horno basculante de 1.3 toneladas de capacidad

Luego de que el material ha sido tratado, se obtiene aleación de aluminio en lingote como producto final y escoria con aluminio liquido que luego de ser enfriada, parte retorna al proceso productivo y el resto se desprende bajo la forma de residuo inerte compuesto por óxidos de aluminio fundamentalmente, cloruros de sodio y potasio, fluorita y material puro (aluminio, zinc).

1-3- CANTIDAD DE COMBUSTIBLE UTILIZADO POR LOS HORNOS

Consumo en m3 / hora de gas natural.

HORNO	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Rotativo de 5 tn	200	20	150
Rotativo de 7,5 tn	350	25	250
Basculante de 11tn	300	40	180
Basculante de 15 tn	300	40	180
Fijo de 10 tn	300	40	180
Basculante de 4 tn	126	50	90
Basculante de 2 tn	75	30	50
Basculante de 1,3 tn	70	20	50
Secador de viruta	56	22	45

**1-4- EFLUENTES GASEOSOS DE LOS HORNOS:**

Sobre la base del consumo promedio de gas natural, las emisiones provenientes de la combustión son:

HORNO	CONSUMO PROMEDIO M3 (normal) / h	PARTICULAS g/h	DIOXIDO DE AZUFRE g/h*	OXIDO DE NITROGENO g/h	HC g/h	CO g/h
Rotativo	150	43.5		450	7	40.5
Rotativo	250	72.5		750	12	67.5
Basculante	180	52.2		540	8.5	48.5
Basculante	180	52.2		540	8.5	48.5
Fijo	180	52.2		540	8.5	48.5
Basculante	90	26.1		270	4.3	24.3
Basculante	50	14.5		150	2.5	13.5
Basculante	50	14.5		150	2.5	13.5
Secador de viruta	45	13		135	2.2	12

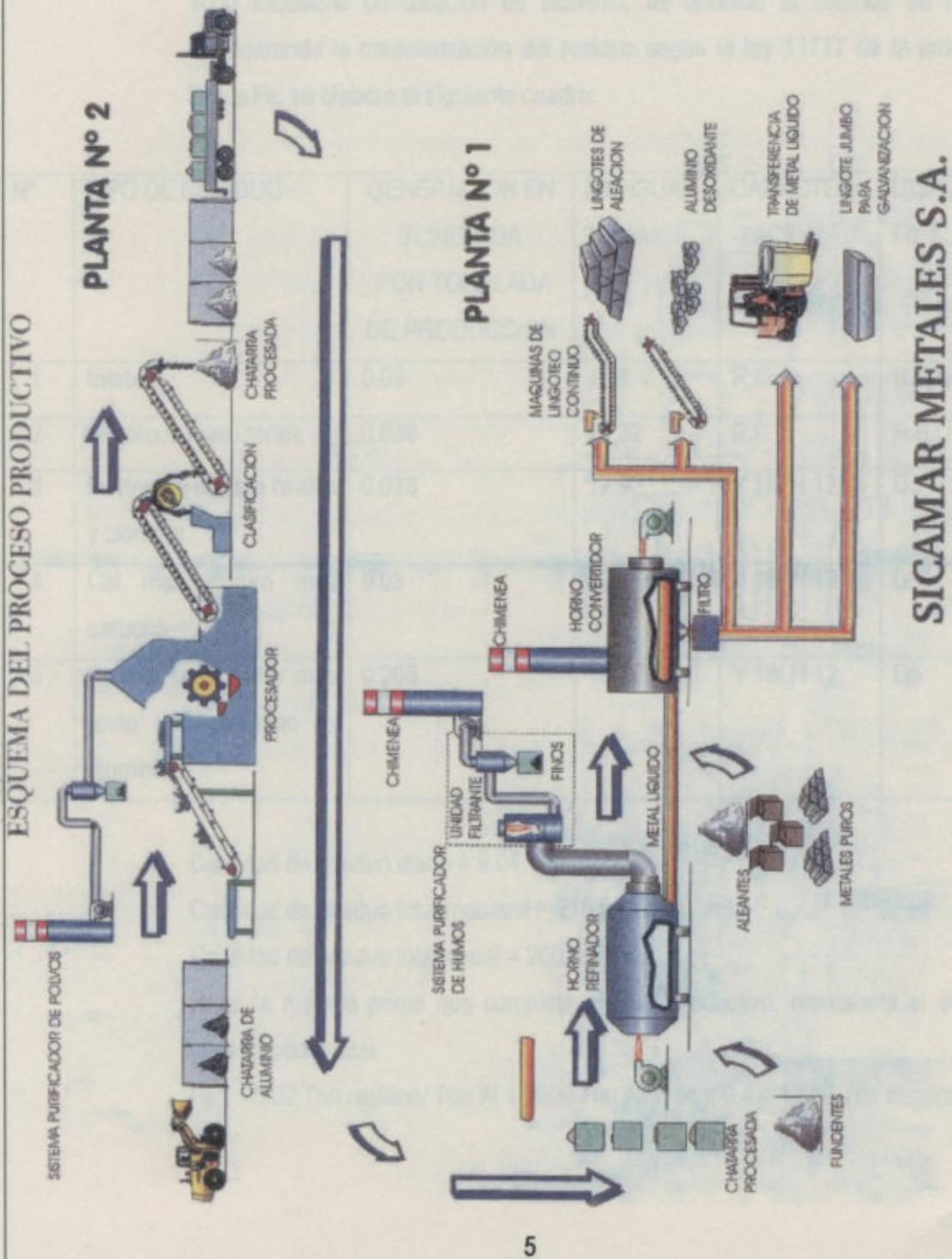
- ♦ Guatelli M.: el gas natural argentino, sea del Sur o del Norte, no contiene compuestos del azufre.

HC: Hidrocarburos

CO: Monóxido de carbono



1-5- ESQUEMA DEL PROCESO PRODUCTIVO:



**IV- BALANCE DE MASAS:**

1- BALANCE DE MASAS: Ver lámina nº 1

2- CUADRO DE ANALISIS CUALICUANTITATIVO DEL RESIDUO:

La empresa SICAMAR METALES S.A. tiene una producción mensual promedio de 1600 toneladas de aleación de aluminio, de acuerdo al balance de masas, y considerando la caracterización del residuo según la ley 11717 de la provincia de Santa Fe, se elaboró el siguiente cuadro:

Nº	TIPO DE RESIDUO	GENERACION EN TONELADA POR TONELADA DE PRODUCCION	MENSUAL TON/MES	CARACTERI-ZACION	DISPOSICION FINAL
1	Inertes	0.02	12.8	R.C.	R.S.U.
2	Metálicos mas inertes	0.038	24.32	R.C.	R.S.U.
3	Inertes de escoria óxidos y cloruros	0.028	17.92	Y 18/ H 12	D5
4	Cal mas cloruro mas carbono	0.05	32	Y 18/ H 12	D5
5	Cloruro mas óxido mas resto de carbono y aluminio	0.203	129.92	Y 18/ H 12	D5

Cantidad de residuo diario = 9.04 Ton

Cantidad de residuo total mensual = 216.96 Ton

Cantidad de residuo total anual = 2603.52 Ton

Nota: la materia prima que completa el ciclo productivo, representa el 40% de la materia prima total.

Ej.: $0.02 \text{ Ton residuo/ Ton Al} \times 1600 \text{ Ton Al/ mes} \times 0.4 = 12.80 \text{ Ton residuo/ mes}$



3- NOMENCLATURA:

RC = Residuo común

RSU = Residuo sólido urbano

DEL ANEXO I, CATEGORIAS SOMETIDAS A CONTROL, LEY 11717 DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

Y 18 = Residuo resultante de las operaciones de eliminación de desechos industriales.

DEL ANEXO II, LISTA DE CARACTERISTICAS PELIGROSAS, LEY 11717 DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

H 12 = Ecotóxicos: sustancias o desechos que, si se liberan, tienen o pueden tener efectos adversos, inmediatos o retardados en el medio ambiente debido a la bioacumulación o los efectos tóxicos en los sistemas bióticos.

DEL ANEXO III, OPERACIONES DE ELIMINACION, A- OPERACIONES QUE NO PUEDEN CONDUCIR A LA RECUPERACION DE RECURSOS, EL RECICLADO, LA REGENERACION, LA REUTILIZACION DIRECTA U OTROS USOS, LEY 11717 DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

D 5 = Rellenos especialmente diseñados (por ejemplo, vertido en compartimentos estancos separados, recubiertos y aislados unos de otros y del ambiente, etc.)

Del cuadro anterior se puede concluir que, los residuos a ser analizados con mayor interés son, los enumerados 3,4, y 5, por tal motivo se determinó el peso específico de cada uno de ellos, para el posterior cálculo del relleno de seguridad.

Nº	TIPO DE RESIDUO	PESO ESPECIFICO kg/m ³
3	Inerte de escoria, óxidos y cloruros	1750
4	Cal mas cloruro mas carbono	740
5	Cloruro mas óxidos mas restos de carbono y aluminio	1500



V- ASPECTOS LEGALES:

1- DEFINICIONES:

A continuación se dará a conocer ciertas definiciones de acuerdo a la ley N° 11717 de la provincia de Santa Fe

1-1 GENERADOR DE RESIDUOS PELIGROSOS: toda persona física o jurídica responsable de cualquier proceso operación o actividad que produzca residuos calificados como peligrosos.

1-2 CUERPO RECEPTOR: cuerpo natural tal como, las aguas superficiales, las aguas subterráneas, la atmósfera y los suelos.

1-3 PLANTA DE TRATAMIENTO: son aquellas en las que se modifican las características físicas, la composición química o la actividad biológica de cualquier residuo peligroso, de modo tal que se eliminen sus propiedades nocivas o se recupere energía o recursos materiales, o se obtenga un residuo menos peligroso, o mas seguro para su transporte o disposición final. Pueden ser fijas o transportables a predios del generador.

1-4 PLANTA DE DISPOSICION FINAL: son los lugares especialmente acondicionados, aptos para el depósito permanente de residuos peligrosos.

1-5 RESIDUO: cualquier objeto o material en cualquier estado físico o agregación, que resulta de la utilización, descomposición, tratamiento o destrucción de una materia o energía, que carece o se infiere que carece de utilidad o valor para el generador o dueño y cuyo destino natural debería ser su eliminación salvo que sea utilizado para un proceso industrial.



VI- TRATAMIENTO:

En este caso en particular, y por el tipo de residuo a disponer, no es necesario un tratamiento previo.

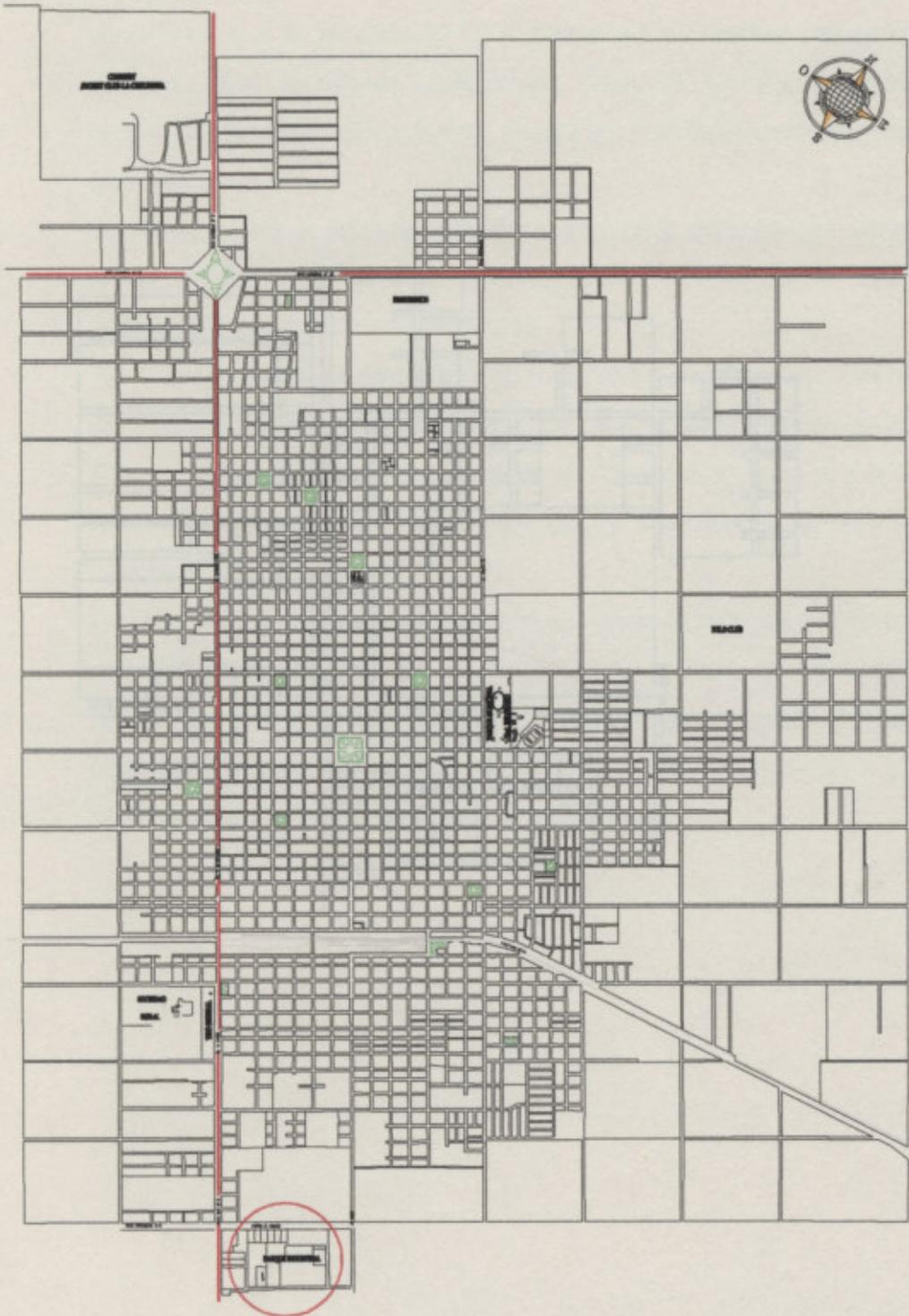
Es importante aclarar que los residuos no son incompatibles entre si, por lo tanto, se dispondrán en forma conjunta.

VII- LUGAR DE EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO:

El relleno de seguridad será emplazado en las inmediaciones del parque industrial La Victoria, ubicado al S.E. de la ciudad de Venado Tuerto, el lugar escogido para tal fin deberá contar con las siguientes ventajas:

- * Infraestructura necesaria (electricidad, vías de acceso, etc.)
- * No entorpecer la trama urbana
- * Acceso directo a vías de comunicación con la ciudad
- * Escasa trayectoria en el traslado del residuo desde la fábrica generadora hasta el relleno de seguridad.

En el plano de la ciudad de Venado Tuerto de la página siguiente, se señala con un círculo rojo la zona de emplazamiento del proyecto.

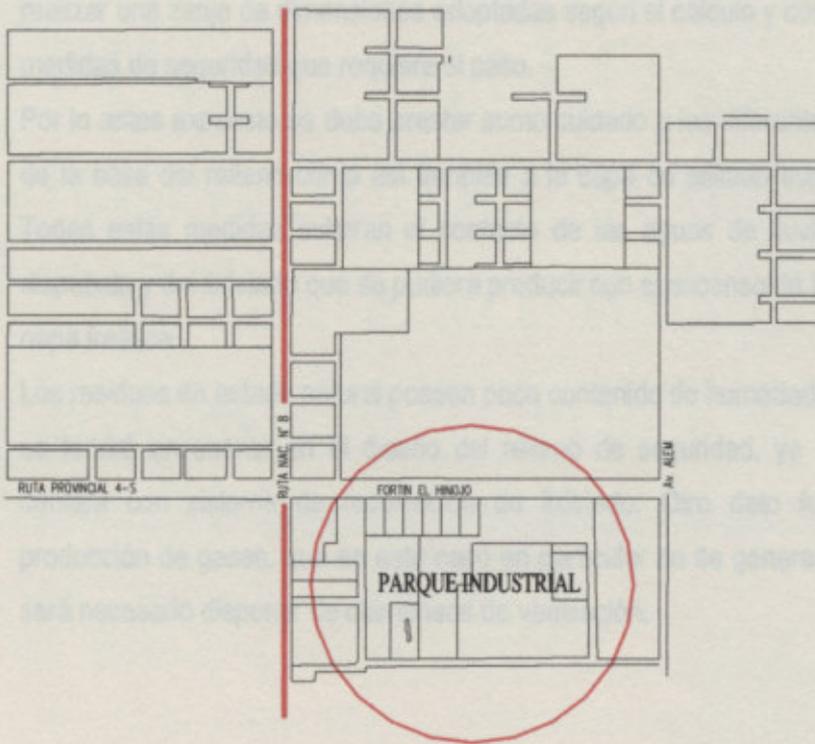




VII- DISPOSICIÓN FINAL

Como lo indica la ley provincial N° 11717 para este tipo de residuos corresponde una disposición final en valientes especialmente diseñados (por ejemplo, valientes en conjuntos de 20 metros cuadrados, rectangulares y aislados sobre de muros y del ambiente, etc.)

Se adoptará para el sistema proyectado el método de brocheta, que consiste en realizar una zona de





VIII- DISPOSICION FINAL:

Como lo indica la ley provincial N° 11717 para este tipo de residuo corresponde una disposición final en rellenos especialmente diseñados. (por ejemplo, vertido en compartimentos estancos separados, recubiertos y aislados unos de otros y del ambiente, etc.).

Se adoptara para el siguiente proyecto el método de trinchera, que consiste en realizar una zanja de dimensiones adoptadas según el cálculo y con las aislaciones y medidas de seguridad que requiere el caso.

Por lo antes expuesto se debe prestar sumo cuidado a las diferentes capas aislantes de la base del relleno como así también a la capa de sellado superior de la celda. Todas estas medidas evitaran el contacto de las aguas de lluvia con el material dispuesto y del lixiviado que se pudiera producir con el ascenso de humedad desde la napa freática.

Los residuos en estado natural poseen poco contenido de humedad o nada, este dato se tendrá en cuenta en el diseño del relleno de seguridad, ya que el mismo no contara con sistema de recolección de lixiviado. Otro dato fundamental es la producción de gases, que en este caso en particular no se generan, por lo tanto, no será necesario disponer de chimeneas de ventilación.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto

FINAL

PROYECTO

TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA EMPRESA SICAMAR METALES

TEMA: CÁLCULO Y DISEÑO
DEL RELLENO DE SEGURIDAD

INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003



1 – CÁLCULO Y DISEÑO DEL RELLENO DE SEGURIDAD: El diseño de un relleno de seguridad debe seguir ciertos criterios que garanticen la disposición segura de los residuos, la protección del ambiente y la utilización eficiente de la mano de obra, equipos y capacidad del relleno. Por lo tanto se propone un sistema para el diseño del relleno de seguridad, éste diseño requiere lo indispensable para la protección del ambiente, aún cuando se considere compacto, debe incluir requerimientos de aislamiento tales como barreras técnicas y geológicas.

Los métodos principales de construcción de un relleno son:

Fosa o trinchera: donde se remueve material del suelo y se rellena con residuos. Este diseño es posible cuando la napa freática es relativamente profunda y tiene como ventaja que las paredes del relleno serán estables.

Talud o área: en este caso los residuos son depositados sobre el suelo. Se utiliza este diseño cuando la superficie del terreno presenta características favorables, incluyendo una ligera pendiente. Este tipo de relleno es recomendable cuando la napa freática se encuentra relativamente alta.

La disposición dentro del relleno se lleva a cabo en celdas, cuyas dimensiones varían dependiendo de las condiciones del terreno, cantidad, tipo y estado físico de los residuos.

En el presente proyecto se optó por el método de trinchera siguiendo las recomendaciones del ANEXO III – OPERACIONES DE ELIMINACION – “Vertido en compartimentos estancos” de la ley de la provincia de Santa Fe N° 11717, dada su mayor seguridad y estabilidad de taludes.

Aislamiento de los residuos: el aislamiento de los residuos se logra a través de la impermeabilización de la base, de los taludes y superficie del relleno, y del manejo de los líquidos para evitar, en lo posible, su ingreso al relleno.

El sistema de aislamiento del relleno de seguridad comprende:

Impermeabilización: se utilizará material mineral en tres capas con un espesor de 20 cm cada una. Cada capa debe contener suficiente arcilla para asegurar una permeabilidad K entre 10^{-5} cm. /seg y 10^{-7} cm. /seg. Se realizará ensayos de Proctor en el laboratorio para asegurar las condiciones de este material aportado por el suelo natural extraído de la excavación.



Drenaje de lixiviados: dadas las características del residuo a depositar, no se implementara un sistema de drenaje de lixiviados, ya que el material a depositar no contiene un porcentaje de humedad importante.

Recubrimiento de la superficie: este es el instrumento de seguridad a largo plazo mas importante para la minimización de la infiltración de aguas de lluvia dentro del relleno y para minimizar la generación de lixiviados después del cierre completo del relleno.

El paquete de sellado superior constará de una subbase de suelo compactado de 15 cm de espesor, una geomembrana, una capa de drenaje superior de grava o arena de 30 cm, luego se colocará una manta geotextil y por último un mantillo de 60 cm de espesor de tierra vegetal (humus).

1 -> Densidad del residuo

1-1- PARAMETROS *relacionados para una celda completa*

A = Área de la base de la celda

1-1-1- DENSIDAD DE LOS RESIDUOS: *que dependen los residuos sobre el suelo, se*

Residuo N° 3 _____ 1.75 ton/m³

Residuo N° 4 _____ 0.74 ton/m³

1-1-2 DENSIDAD DE LA ZONA DE CIERRE: *CIERRE*

El suelo de la región esta compuesto por las siguientes: Son zonas de espesor

1-1-2- NIVEL NAPA FREÁTICA: *zonas de seguridad, según la clasificación realizada*

Según datos suministrados por la Cooperativa de Obras Sanitarias de Venado Tuerto, el nivel de la napa freática de la zona seleccionada es de aproximadamente 5 m bajo el nivel de terreno natural.

En la siguiente pagina se exponen el resumen de los resultados de encuestas de suelo natural compactado cercano a la zona de emplazamiento del proyecto. Para más datos ver anexo C I.D.E.C.

**1-1-3- TENSION ADMISIBLE DEL SUELO:**

Resistencia a la compresión simple de una arcilla medianamente compactada según Terzaghi 0.50 Kg / cm² a 1 Kg / cm²

Para el cálculo de la tensión que ejerce el residuo sobre el suelo se adoptara el de mayor densidad (residuo N° 3 densidad 1750 kg / m³)

$$\sigma = \frac{d \times V}{A} = \frac{1750 \text{ Kg/m}^3 \times 1681,08 \text{ m}^3}{1500 \text{ m}^2} = 1961,26 \text{ Kg/m}^2 = 0,1961 \text{ Kg /cm}^2$$

Donde:

σ = Tensión de los residuos ejercida sobre el suelo

d = Densidad del residuo

V = Volumen total de residuo para una celda completa

A = Área de la base de la celda

Se observa claramente que, la presión que ejercen los residuos sobre el suelo, es visiblemente menor que la tensión admisible de este.

1-1-4- TIPO DE SUELO DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO:

El suelo de la región esta compuesto por loes pampeanos. Son suelos de aptitud viable para la instalación de rellenos de seguridad, según la clasificación realizada por CEPIS en su Guía para el diseño de rellenos de seguridad en América latina.

Son sedimentos finos con coeficiente de permeabilidad K entre 10-5 cm/s y 10-7 cm/s con una profundidad mayor a 3 metros.

En la siguiente página se expone el resumen de los resultados de ensayos de suelo natural compactado cercano a la zona de emplazamiento del proyecto. Para más datos ver anexo C.I.D.E.C.

**DOSIFICACION: SUELO NATURAL COMPACTADO**

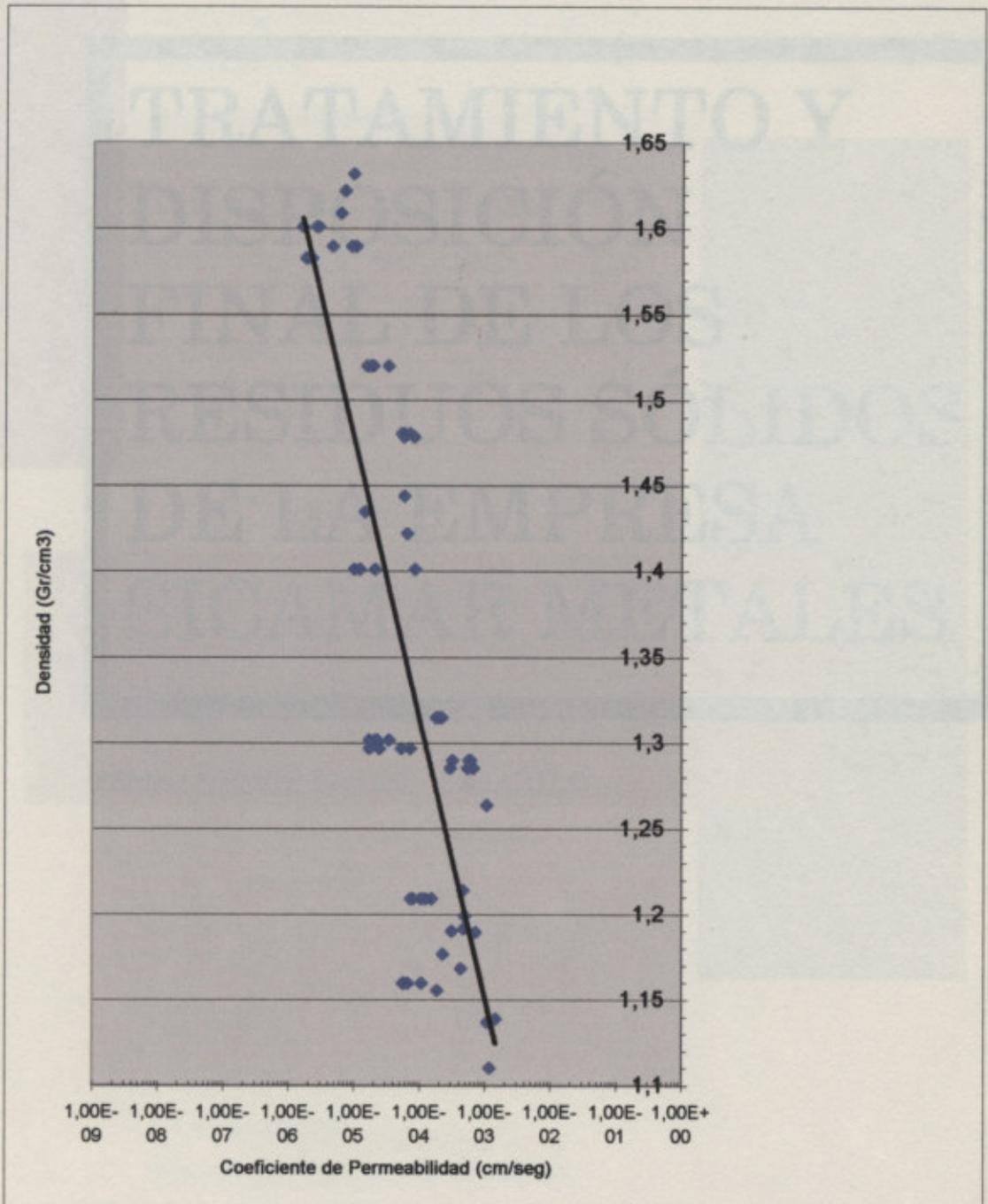
N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

ENSAYO N°	DENSIDAD Gr/cm ³	COEF. PERM. cm/seg
	1,19882	4,88458E-04
	1,209245	7,93553E-05
	1,159638	6,59389E-05
	1,20923	1,05971E-04
	1,209245	7,29273E-05
	1,159638	5,92096E-05
	1,20923	1,04443E-04
	1,209245	7,65668E-05
	1,159638	5,60801E-05
	1,20923	1,21772E-04
	1,209245	1,22622E-04
	1,159638	1,07033E-04
	1,20923	1,53153E-04
	1,110059	1,16847E-03
	1,139027	1,44446E-03
	1,136764	1,08266E-03
	1,190049	3,09171E-04
	1,176861	2,25890E-04
	1,155602	1,86874E-04
	1,301381	3,40765E-05
	1,296455	7,14111E-05
	1,301381	2,22396E-05
	1,296455	5,23337E-05
	1,301381	2,11768E-05
	1,296455	2,40661E-05
	1,301381	1,70792E-05
	1,296455	1,70177E-05
	1,189444	7,09864E-04
	1,191567	4,71559E-04
	1,168212	4,23806E-04
	1,443819	5,83583E-05
	1,434772	1,43765E-05
	1,422115	6,41318E-05
	1,213893	4,57829E-04
	1,263543	1,06752E-03

ENSAYO N°	DENSIDAD Gr/cm ³	COEF. PERM. cm/seg
	1,263543	1,06752E-03
	1,401074	8,39226E-05
	1,314437	2,17725E-04
	1,289693	3,14375E-04
	1,285244	2,95245E-04
	1,314437	1,79998E-04
	1,289693	5,63475E-04
	1,285244	5,41493E-04
	1,314437	1,99609E-04
	1,289693	6,02379E-04
	1,285244	6,54616E-04
	1,401074	2,07678E-05
	1,401074	1,20314E-05
	1,401074	9,95229E-06
	1,519944	3,28492E-05
	1,480437	7,04974E-05
	1,478597	8,06929E-05
	1,519944	1,76319E-05
	1,480437	5,82301E-05
	1,478597	5,71909E-05
	1,519944	1,54466E-05
	1,480437	5,23699E-05
	1,519944	1,90853E-05
	1,480437	5,27391E-05
	1,600909	1,59210E-06
	1,582768	1,79256E-06
	1,589627	4,53625E-06
	1,600909	2,58649E-06
	1,582768	2,15011E-06
	1,589627	1,03346E-05
	1,600909	2,76913E-06
	1,582768	1,84952E-06
	1,589627	8,84699E-06
	1,608832	6,10242E-06
	1,6317	9,28122E-06
	1,622055	6,96133E-06



CURVA DE PERMEABILIDAD



Del gráfico anterior se puede observar que para conseguir un coeficiente de permeabilidad K aceptable, se debe lograr una densidad entre 1.5 y 1.7 gr/ cm3



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto

FINAL

PROYECTO

TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA EMPRESA SICAMAR METALES

TEMA: MEMORIA DE CÁLCULO

$$V_{res} = 22 \text{ toneladas} = 43.24 \text{ m}^3_{res}$$

$$0.74 \text{ ton/m}^3$$

$$V_{alo} = 43.24 \text{ m}^3_{res} \times 12 = 518.88 \text{ m}^3_{alo}$$

Residuo Nº 5

$$d = 1.5 \text{ ton/m}^3$$

$$w = 129.92 \text{ ton/mes}$$

$$V_{res} = 129.92 \text{ ton/mes} = 86.61 \text{ m}^3_{res}$$

$$1.5 \text{ ton/m}^3$$

INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003



2-MEMORIA DE CÁLCULO:

2-1 Cálculo del volumen anual del residuo generado:

Nomenclatura:

d = Densidad del residuo

w = Cantidad de residuo mensual generado

Vmes = Volumen mensual de residuo

Vaño = Volumen anual de residuo

Residuo N° 3

d = 1.75 ton/m³

w = 17.92 ton/m³

Vmes = $w/d = \frac{17.92 \text{ ton/mes}}{1.75 \text{ ton/m}^3} = 10.24 \text{ m}^3/\text{mes}$

Vaño = Vmes x 12 = 10.24 m³/mes x 12 = 122.88 m³/año

Residuo N° 4

d = 0.74 ton/m³

w = 32 ton/mes

Vmes = $\frac{32 \text{ ton/mes}}{0.74 \text{ ton/m}^3} = 43.24 \text{ m}^3/\text{mes}$

Vaño = 43.24 m³/mes x 12 = 518.88 m³/año

Residuo N° 5

d = 1.5 ton/m³

w = 129.92 ton/mes

Vmes = $\frac{129.92 \text{ ton/mes}}{1.5 \text{ ton/m}^3} = 86.61 \text{ m}^3/\text{mes}$

Vaño = 86.61 m³/mes x 12 = 1039.32 m³/año

Volumen total anual generado = 122.88 m³/año + 518.88 m³/año + 1039.32 m³/año
= 1681.08 m³/año

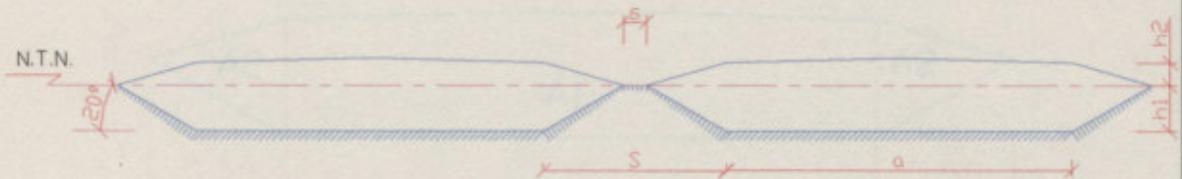


2-2 Vida útil del relleno:

Se adoptará 10 años como vida útil del terreno, por lo tanto el volumen proyectado será de 16811 m³

Calculo del área transversal

2-3 Dimensionamiento:



- h1=profundidad de la celda
- h2=altura de la celda
- a=ancho de la celda
- S=separacion entre celdas
- s=separacion minima entre taludes
- N.T.N.=nivel de terreno natural

$A_1 = 3m \times 5,50m = 16,50m^2$

$A_{trans} = A_1 + A_2 \times 2 = 61,50m^2$

Se adoptará:

$h_1 = 2m$

$h_2 = 1,45m$

$a = 15m$

$S = 16m$

$s = 5m$

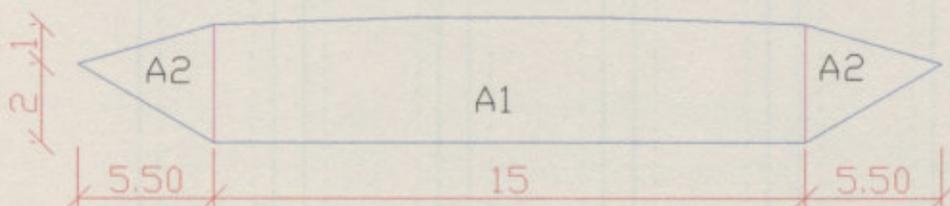
$L_{total} = L + 0,4L = 273,35m + 0,4 \times 273,35 = 382,89m$

Se adoptará 5 filas de 100 m cada una, esto nos dará una longitud total de 500 m



Área neta del terreno de seguridad (A_{net})

Calculo del área transversal:



$$A1 = 15\text{m} \times 3\text{m} = 45\text{m}^2$$

$$A2 = \frac{3\text{m} \times 5.50\text{m}}{2} = 8.25\text{m}^2$$

2

$$A_{\text{transl}} = A1 + A2 \times 2 = 61.50 \text{ m}^2$$

Largo de la trinchera:

$$L = \frac{\text{Volumen total de vida útil}}{A_{\text{transl}}} = \frac{16811 \text{ m}^3}{61.50 \text{ m}^2} = 273.34 \text{ m}$$

$$A_{\text{transl}} \quad 61.50 \text{ m}^2$$

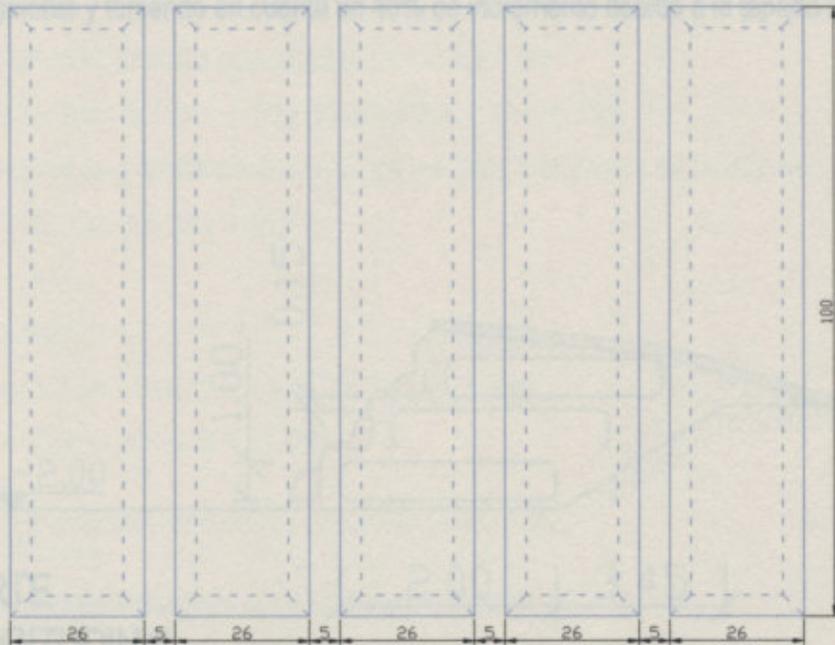
Se supone un sobredimensionamiento del 40 % debido a la tapada diaria, por lo tanto tenemos que:

$$L_{\text{total}} = L + 0.4 L = 273.35\text{m} + 0.4 \times 273.35 = 382.69 \text{ m}$$

Se adoptará 5 fajas de 100 m cada una, esto nos dará una longitud total de 500 m



Área neta del relleno de seguridad: (A nrs)



$$A_{nrs} = 100 \text{ m} \times 150 \text{ m} = 15000 \text{ m}^2$$

Aproximadamente 1.5 ha cada 10 años

Área total requerida (At):

$$At = F \times A_{nrs} = 1.5 \times 1.5 \text{ ha} = 2.25 \text{ ha}$$

F = factor de aumento del área adicional requerida para vías de penetración, oficina administrativa e instalaciones sanitarias.

Este se considerará un 50% del área neta del relleno de seguridad.

ACUMULACIÓN DE RESIDUO EN PLANTA:

DIA	TGM	MS
DOMINGOS	7.45	5.32
LUNES	14.90	11.64
MARTES	22.35	17.46
MIERCOLES	29.80	23.28
JUEVES	37.25	29.10
VIERNES	44.70	34.92

Cantidad de residuo anual a disponer = 2157.12 Ton.



Cálculo de la disposición:

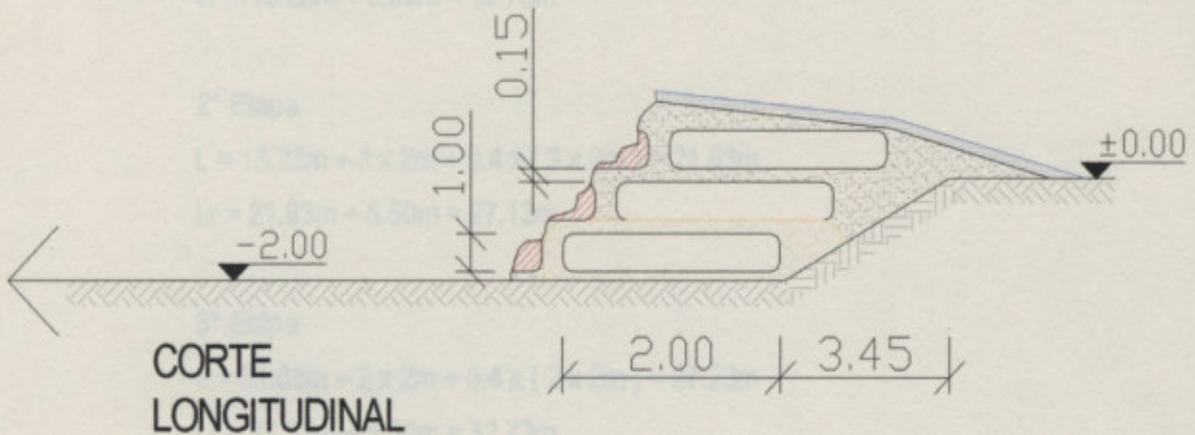
Esquema de disposición: como primera aproximación se calculará la longitud de cada etapa, considerando la descarga de los residuos como se indica en el gráfico siguiente y teniendo en cuenta un 40% de incremento debido a la tapada diaria.

Longitud acumulada ocupada por los residuos (L_r)

$$L_r = 3 \times 2m + 3,45m + 0,4 \times (3 \times 2m + 3,45m) = 13,23m$$

Longitud acumulada ocupada por los residuos más rampa de maniobra (L_t)

$$L_t = 13,23m + 1,50m = 14,73m$$



CORTE LONGITUDINAL

CANTIDAD DE RESIDUO GENERADO DIARIAMENTE:

RESIDUO N°	PESO ESPECÍFICO	TON/ DIA	M3/ DIA
3	1,75 TON/M3	0,75	0,43
4	0,74 TON/M3	1,33	1,79
5	1,5 TON/M3	5,41	3,6
TOTAL		7,49	5,82

ACUMULACION DE RESIDUO EN PLANTA:

DIA	TON	M3
LUNES	7,49	5,82
MARTES	14,98	11,64
MIERCOLES	22,47	17,46
JUEVES	29,96	23,28
VIERNES	37,45	29,1

Cantidad de residuo anual a disponer = 2157.12 Ton.



Volumen ocupado por los residuos en la celda (V_c):

$$V_c = 2m \times 1m \times 15m = 30m^3 > 29.10m^3$$

$$L_r = 13.23m + 5.50m = 18.73m$$

1° Etapa

Longitud acumulada ocupada por los residuos (L):

$$L = 3 \times 2m + 3.45m + 0.4 \times (3 \times 2m + 3.45m) = 13.23m$$

Longitud acumulada ocupada por los residuos más rampa de maniobras (L_r)

$$L_r = 13.23m + 5.50m = 18.73m$$

2° Etapa

$$L = 2 \times 2m + 0.4 \times (2 \times 2m) = 7.20m$$

$$L = 13.23m + 3 \times 2m + 0.4 \times (3 \times 2m) = 21.63m$$

$$L_r = 21.63m + 5.50m = 27.13m$$

3° Etapa

$$L = 3 \times 2m + 0.4 \times (3 \times 2m) = 8.40m$$

$$L = 21.63m + 2 \times 2m + 0.4 \times (2 \times 2m) = 27.23m$$

$$L_r = 27.23m + 5.50m = 32.73m$$

4° Etapa

$$L = 3 \times 2m + 0.4 \times (3 \times 2m) = 8.40m$$

$$L = 27.23m + 3 \times 2m + 0.4 \times (3 \times 2m) = 35.63m$$

$$L_r = 35.63m + 5.50m = 41.13m$$

5° Etapa

$$L = 2 \times 2m + 0.4 \times (2 \times 2m) = 7.20m$$

$$L = 35.63m + 3 \times 2m + 0.4 \times (3 \times 2m) = 44.03m$$

$$L_r = 44.03m + 5.50m = 49.53m$$

6° Etapa

$$L = 2 \times 2m + 0.4 \times (2 \times 2m) = 7.20m$$

$$L = 44.03m + 2 \times 2m + 0.4 \times (2 \times 2m) = 49.63m$$

$$L_r = 49.63m + 5.50m = 55.13m$$



7° Etapa

$$L = 49.63\text{m} + 3 \times 2\text{m} + 0.4 \times (3 \times 2\text{m}) = 58.03\text{m}$$

$$Lr = 58.03\text{m} + 5.50\text{m} = 63.53\text{m}$$

8° Etapa

$$L = 58.03\text{m} + 3 \times 2\text{m} + 0.4 \times (3 \times 2\text{m}) = 66.43\text{m}$$

$$Lr = 66.43\text{m} + 5.50\text{m} = 71.93\text{m}$$

9° Etapa

$$L = 66.43\text{m} + 2 \times 2\text{m} + 0.4 \times (2 \times 2\text{m}) = 72.03\text{m}$$

$$Lr = 72.03\text{m} + 5.50\text{m} = 77.53\text{m}$$

10° Etapa

$$L = 72.03\text{m} + 3 \times 2\text{m} + 0.4 \times (3 \times 2\text{m}) = 80.43\text{m}$$

$$Lr = 80.43\text{m} + 5.50\text{m} = 85.93\text{m}$$

11° Etapa

$$L = 80.43\text{m} + 3 \times 2\text{m} + 0.4 \times (3 \times 2\text{m}) = 88.83\text{m}$$

$$Lr = 88.83\text{m} + 5.50\text{m} = 94.33\text{m}$$

12° Etapa

$$L = 88.83\text{m} + 2 \times 2\text{m} + 0.4 \times (2 \times 2\text{m}) = 94.43\text{m}$$

$$Lr = 94.43\text{m} + 5.50\text{m} = 99.93\text{m}$$

Ver plano N° 10



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto

FINAL

PROYECTO

TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA EMPRESA SICAMAR METALES

TEMA: DISEÑO

INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003



3-DISEÑO

3-1 PLANO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCION: Ver plano N° 2

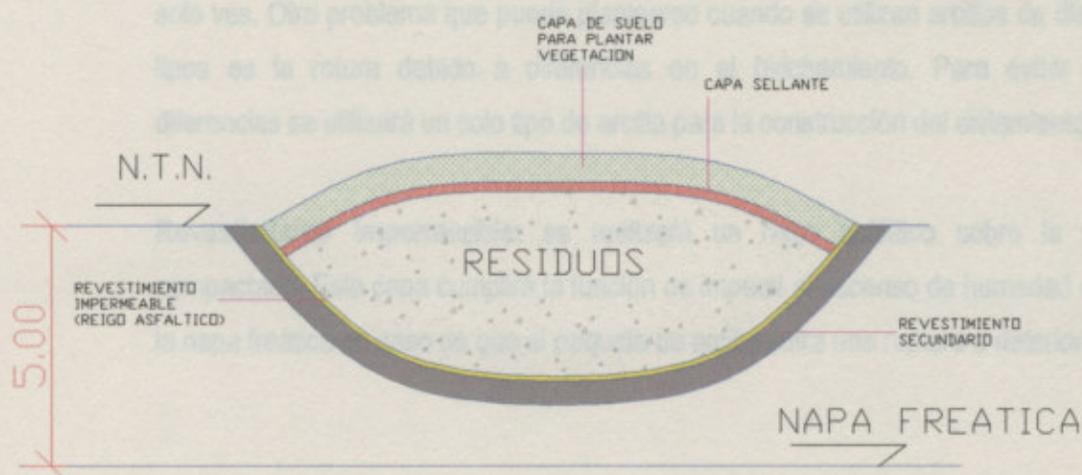
3-2 DETALLE DE LAS CELDAS: Ver plano N° 3

3-3 PLANO DE LA PLANTA GENERAL: Ver plano N° 4 y plano N° 12

3-4 CORTES Y VISTAS: Ver plano N° 5

3-5 DISEÑO DE LA CELDA

3-5-1 CARACTERÍSTICAS: dados los parámetros antes mencionados y atendiendo ciertas recomendaciones de CEPIS se llegó al diseño que se ilustra en la figura siguiente:



3-5-2 SELLADO INFERIOR: el mismo estará compuesto por un revestimiento secundario de 60 centímetros de espesor en capas de arcilla de 20 centímetros compactadas con pata de cabra, y un revestimiento impermeable consistente en un riego asfáltico.

La función que cumple esta barrera es impedir el contacto de los residuos en forma directa con el suelo, y lo más importante, evitar el ingreso de humedad que asciende desde la napa freática.



Revestimiento secundario: también denominado barrera geológica, esta es la última barrera en caso de daño de las otras barreras. Se requieren capas geológicas lo mas homogéneas posibles, con profundidad mayor de 3 metros, y permeabilidad de 10^{-7} cm/seg.

Se debe tener mucho cuidado con la construcción del aislamiento de arcilla. El mayor problema de la arcilla es su propensión a agrietarse debido a la desecación. Es muy importante no dejar que la arcilla se seque durante su colocación. Para asegurar un buen rendimiento, el recubrimiento se instalará en capas de 20 centímetros. Colocando la arcilla en capas finas se evita la posibilidad de fugas ocasionadas por la coincidencia de gruesos, lo que podría producirse si la misma se colocara de una sola vez. Otro problema que puede plantearse cuando se utilizan arcillas de distintos tipos es la rotura debido a diferencias en el hinchamiento. Para evitar estas diferencias se utilizará un solo tipo de arcilla para la construcción del aislamiento.

Revestimiento impermeable: se realizará un riego asfáltico sobre la arcilla compactada. Esta capa cumplirá la función de impedir el ascenso de humedad desde la napa freática en caso de que el paquete de arcilla sufra una ruptura o deterioro.



Esquema del sellado inferior:



Suelo: capa de tierra vegetal apta para sembrar césped y árboles de poca altura. La finalidad que cumple esta capa es la integración paisajística del sitio de seguridad.

Geotextil: manta geotextil compuesta por geotextil no tejido de polipropileno de 180 gr/m² (mínimo)

Bentonita sódica de 3500 gr/m² (mínimo)

Geotextil no tejido de polipropileno de 270 gr/m²

Los geotextiles cumplen varias funciones, como son la de separación de capas con diferentes características para evitar su mezcla, filtración y retención de partículas finas presentes en la capa de drenaje o suelo, drenaje y conducción de líquidos y gases, a los tubos, rollos de un suelo aumentando su capacidad portante y estabilidad y protección mecánica de geomembranas débiles frente a puntajes, rasguños y desgaste.



3-5-3 SELLADO SUPERIOR: una vez realizada la excavación, transporte y depósito en la celda de los residuos, se procederá a la colocación del sellado de superficie en toda la extensión de la misma.

El perfil de abajo hacia arriba del sellado de superficie es el siguiente:



Mantillo: capa de tierra vegetal apta para sembrar césped y arbustos de poca raigambre. La finalidad que cumple esta capa es la integración paisajística del relleno de seguridad.

Geotextil: manta geotextil compuesta por: geotextil inferior de polipropileno de 180 gr/m² (mínimo)

Bentonita sódica de 3500 gr/m² (mínimo)

Geotextil superior tejido de polipropileno de 270 gr/m²

Los geotextiles cumplen varias funciones, como son la de separación de capas con diferentes características para evitar su mezcla, filtración y retención de partículas finas presentes en la capa de drenaje o suelo, drenaje y conducción de líquidos y gases, si los hubiere, refuerzo de un suelo aumentando su capacidad portante y estabilidad y protección mecánica de geomembranas sintéticas frente a punzonamiento y desgaste.



Por otro lado los principales parámetros en la manta de bentonita de la celda de seguridad son:

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Masa unitaria GCL	Mayor a 4200 gr/m ²
Bentonita	
Contenido montmorillonita	
Absorción de agua	70% 600%

Igualmente, las georedes contempladas para el presente proyecto cumplen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS	VALOR UNIAXIAL	VALOR BIAXIAL
Composición	PP, PEAD o PES	PP, PEAD o PES
Resistencia máxima a la tracción longitudinal	80 Kn/m	30 Kn/m
Resistencia máxima a la tracción transversal		30 Kn/m
Resistencia a tracción (2% de elongación)	21 Kn/m	10 Kn/m
Resistencia a tracción (5% de elongación)	45 Kn/m	20 Kn/m
Negro de humo	2%	2%
Masa unitaria	0.6 – 0.8 Kg/m ²	0.3 – 0.6 Kg/m ²
Abertura transversal	16 mm	30 mm
Abertura longitudinal	150 – 220 mm	25 mm
Ancho de rollos	1 m	4 m

Capa de drenaje de grava o arena: cumple la función de interceptar las aguas superficiales que se pudieran filtrar y desviarlas hacia ambos lados de la celda.

Geomembrana: geomembrana de sellado de polietileno de alta densidad (PEAD), de 2 mm de espesor, con las dos caras texturizadas.



A continuación se adjuntan tablas con las características identificativas de las geomembranas a instalar.

Geomembrana de 2 mm de espesor

CARACTERISTICAS	UNIDADES	VALOR
Espesor mínimo – espesor máximo	mm – mm	1.8 – 2.3
Densidad mínima	gr/cm ³	0.94
Índice de fusión	Gr/10min	0.1 – 1.6
Contenido en negro de humo	%	2 - 3
Clasificación según dispersión de negro de humo	N/A	A-1 , A-2, B-3
Tensión mínima de fluencia	N/mm ²	16
Resistencia mínima de rotura	N/mm ²	8.5
Alargamiento mínimo de fluencia	%	13
Alargamiento mínimo de rotura	%	150
Doblado a baja temperatura	°C	-80
Resistencia mínima a la perforación	N	460
Resistencia mínima al desgarró	N	265
Cambio máximo de estabilidad dimensional	%	2
Figuración por tensiones	Horas	1500
Absorción máxima de agua (24 hs)	%	0.2

Subbase de suelo compactado: capa de 15 cm de espesor, compactado con pata de cabra, cumple la función de aislante del residuo y la geomembrana.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto

FINAL

**TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN
FINAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LA EMPRESA
SICAMAR METALES**

PROYECTO

TEMA:
GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

COORDINADOR:
ING. JULIO SALVAY
DIRECTOR:
ING. ALBERTO ARMAS
ALUMNO:
CRISTIÁN PALACIOS

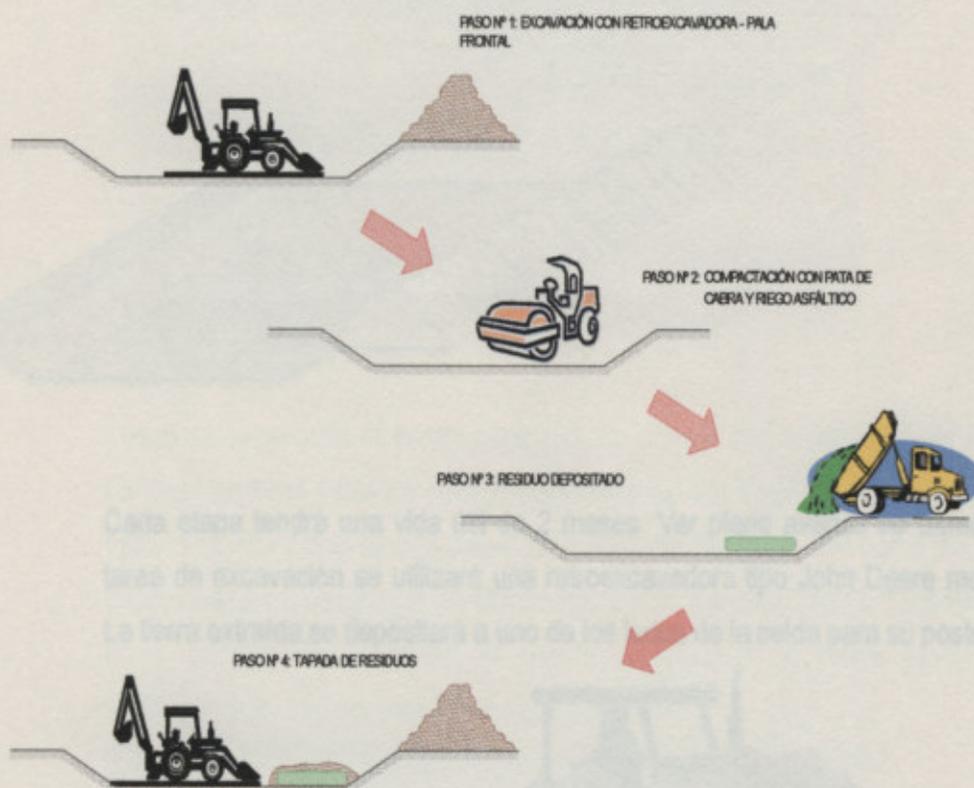
INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003



IX- GESTION DE LOS RESIDUOS:

TRABAJOS EN EL RELLENO:

El siguiente esquema representa las tareas a realizar en el relleno de seguridad:

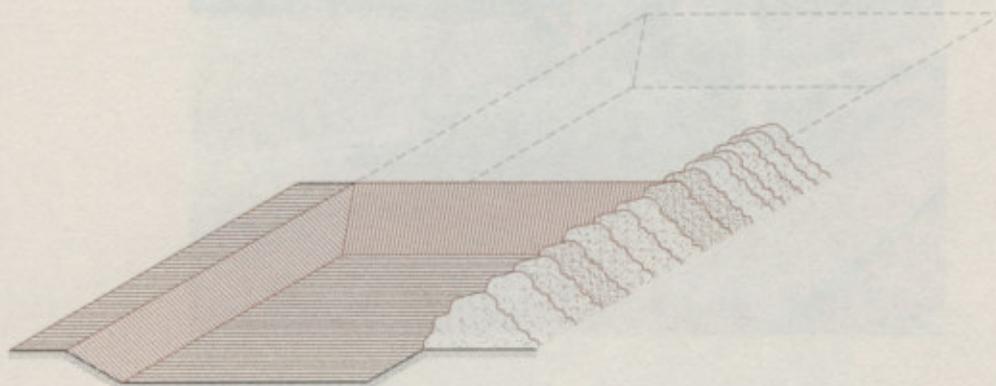




El relleno sanitario consta de 5 celdas de dimensiones 15m de solera por 100m de longitud. La vida útil de cada una está calculada para 2 años de vertido.

Apertura:

La apertura de las celdas se realizará por etapas según se explica en el plano N° 10



Luego se humedezca el suelo, para esto, se deberá cargar agua en un regador. La

Cada etapa tendrá una vida útil de 2 meses. Ver plano avance de tapada. Para la tarea de excavación se utilizará una retroexcavadora tipo John Deere modelo 310E. La tierra extraída se depositará a uno de los lados de la celda para su posterior uso.





Luego de realizada la apertura se procede a la compactación. En primer lugar se escarifica el suelo con un arado o rastra de disco. Este trabajo se realizará hasta que el suelo quede bien desmenuzado.



Luego se humedece el suelo, para ello, se deberá cargar agua en un regador. La cantidad en litros debe ser aproximadamente de 3 a 4 veces la superficie (en m²) a tratar. Por ejemplo si tenemos que tratar 800 m² multiplico 800 por 3 o 4, lo que me indica que tengo que cargar en el regador una cantidad de 2400 a 3200 litros de agua en el regador. El contenido del mismo se esparce en varias pasadas lo más uniformemente posible sobre la superficie a tratar.





Posteriormente se mezcla el suelo con la rastra de discos. Una vez mezclado se comienza a compactar con el rodillo pata de cabra. Si el suelo está demasiado húmedo para compactarlo hay que seguir pasando la rastra de discos hasta que se seque. Si está demasiado seco se le puede agregar agua.



El pata de cabra irá compactando primero la parte inferior de la base, y a medida que esto sucede veremos que se va levantando, es decir que cada vez se hunde menos. Para esta clase de suelo, esto ocurre hasta una profundidad de alrededor de 5 cm, ya que este tipo de rodillo no puede compactar esta capa superior del suelo.



Por ultimo se realiza el riego asfáltico final (800 gr/m² a 900 gr/m²) con asfalto diluido tipo R-1. Al asfalto R-1 se le puede agregar un 20% de querosén para mejorar la penetración del riego.





Descarga:

Una vez finalizadas las tareas antes mencionadas se procederá al vertido del residuo; este se encuentra acumulado en planta por el lapso de una semana, cumplida ésta se transportará en camión volcador de 6 m³ de capacidad al vertedero los días viernes. Como se vio anteriormente la cantidad de residuo a disponer semanalmente es de 30m³, siendo la distancia desde la planta fabril al relleno de seguridad de aproximadamente 3km.



Dada la capacidad del camión y la cantidad de residuo a disponer, se infiere que la cantidad de viajes a realizar es de 5.

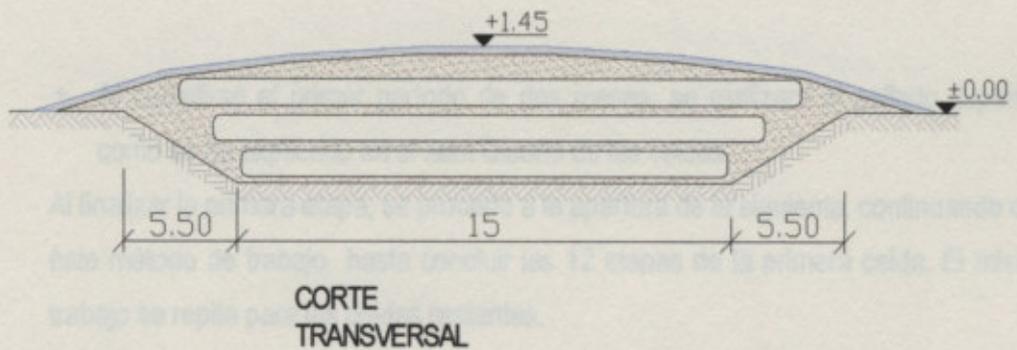
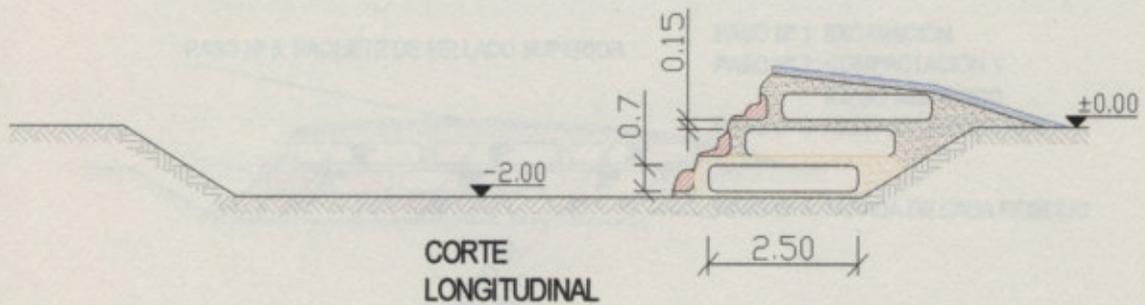
CORTE
TRANSVERSA

Para las bridas de tejido se empleará una reboquinadora o palo frontal.



Tapada:

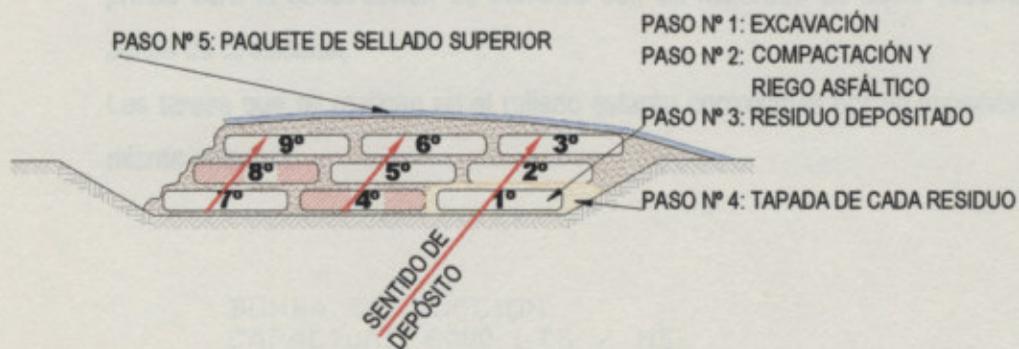
- Luego del vertido los residuos serán reacomodados en capas de 2.5 m de longitud y 0.70 m de espesor, tapados con 0.15m de tierra que se encuentra depositada a los costados de las celdas, esta última medida evitará, en caso de lluvia, que los residuos se humedezcan.



Para las tareas de tapada se empleará una retroexcavadora-pala frontal.



La segunda y tercera semana se acomodarán los residuos en forma escalonada sobre la anterior como se indica en el siguiente gráfico.



- Al cumplirse el primer período de dos meses, se realizará el sellado superior, como se ha explicado en el ítem Diseño de las celdas.

Al finalizar la primera etapa, se procede a la apertura de la siguiente, continuando con éste método de trabajo hasta concluir las 12 etapas de la primera celda. El mismo trabajo se repite para las celdas restantes.

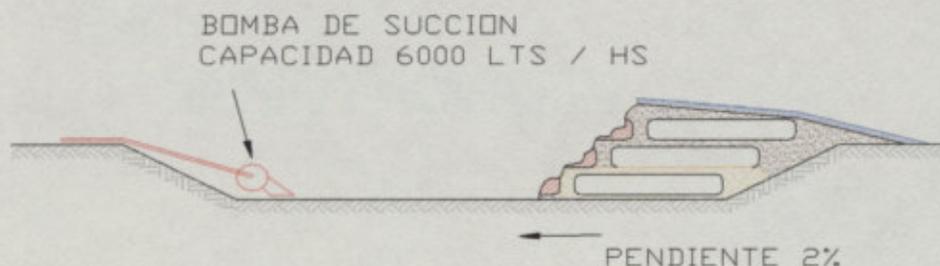


OPERACIÓN EN ÉPOCAS DE LLUVIA:

Se contemplará esta eventualidad, realizando en la base de la zanja una pendiente del 2% e instalando una bomba de succión para extraer el agua de lluvia acumulada en el bajo.

Otra medida que se tomará para la mejor circulación de los vehículos dentro del predio será la construcción de caminos con un mejorado de suelo escoria en las zonas de circulación.

Las tareas que se realicen en el relleno estarán controladas por un supervisor de la misma empresa.





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto



FINAL

**TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN
FINAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LA EMPRESA
SICAMAR METALES**

PROYECTO

**TEMA:
CÓMPUTO Y PRESUPUESTO**

**COORDINADOR:
ING. JULIO SALVAY**

**DIRECTOR:
ING. ALBERTO ARMAS**

**ALUMNO:
CRISTIÁN PALACIOS**

**INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003**

**X- CÓMPUTO Y PRESUPUESTO:****1-CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DEL COSTO DE INVERSION:**

Planillas de cálculos:

VALLADO PERIMETRAL**VALLADO PERIMETRAL**

(ml)

MATERIALES

	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio ml
Placas de H° premoldeado	Unidad	1	\$2.885,00	\$2.885,00
Columnas de H° premoldeado	Unidad	1		
Tejido romboidal olímpico	ml	1		\$2.885,00

MANO DE OBRA

	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio GI
Oficial	hora		\$509,12	\$509,12
Ayudante	hora			\$0,00

Total Rubro	\$3.394,12
--------------------	-------------------



EXCAVACIÓN DE CIMENTOS

CIRCULACION

MEJORADO SUELO ESCORIA (m3)

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio GI
Escoria		1	\$12,00	\$12,00
				\$12,00
			Total Rubro	\$12,00

EQUIPOS	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por ml
		1	\$10,00	\$10,00
				\$10,00
			Total Rubro	\$10,00



EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS

PARA ZAPATA CORRIDA

(m3)

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m3
Ayudante	hora	5,8	\$3,95	\$22,91
				\$22,91
			Total Rubro	\$22,91

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m3
Oficial	hora	1,5	\$5,15	\$7,73
Ayudante	hora	5,5	\$3,35	\$25,05
			Total Rubro	\$73,48

**CIMIENTOS****PARA PAREDES**

(m3)

MATERIALES

	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m3
Cemento	Bolsa	0,5	\$6,19	\$3,10
Arena mediana	m3	0,5	\$12,73	\$6,37
Cal aérea hidratada	Bolsa	2,5	\$3,00	\$7,50
Cascote	m3	1,05	\$21,96	\$23,06
				\$40,02

MANO DE OBRA

	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m3
Oficial	hora	1,5	\$5,18	\$7,77
Ayudante	hora	6,5	\$3,95	\$25,68
				\$33,45

Total Rubro	\$73,46
--------------------	----------------

**CAPA AISLADORA****EN PAREDES**

(m2)

MATERIALES

	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Cemento	Bolsa	0,22	\$6,19	\$1,36
Arena mediana	m3	0,03	\$12,73	\$0,38
Hidrofugo	Kg.	0,25	\$0,70	\$0,18
				\$1,92

MANO DE OBRA

	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Oficial	hora	0,3	\$5,18	\$1,55
Ayudante	hora	0,15	\$3,95	\$0,59
				\$2,15

Total Rubro	\$4,07
-------------	--------

**ALBAÑILERÍA****DE LADRILLO CERAMICO esp=0.13m (m2)**

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Cemento	Bolsa	0,02	\$6,19	\$0,12
Cal hidraulica	Bolsa	0,14	\$2,29	\$0,32
Arena mediana	m3	0,02	\$12,73	\$0,25
Ladrillo hueco	Nro.	15	\$0,68	\$10,20
				\$10,90

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Oficial	hora	1	\$5,18	\$5,18
Ayudante	hora	0,8	\$3,95	\$3,16
				\$8,34

Total Rubro	\$19,24
--------------------	----------------

CARPETA (m2)

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Cemento	Bolsa	0,22	\$6,19	\$1,36
Arena mediana	m3	0,03	\$12,73	\$0,38
Hidrofojo	Kg	0,25	\$0,75	\$0,19
				\$1,83

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Oficial	hora	0,3	\$5,18	\$1,55
Ayudante	hora	0,15	\$3,95	\$0,59
				\$2,14

Total Rubro	\$4,07
--------------------	---------------

**CONTRAPISOS****DE BALSA DE CASOTE esp=0.12m SOBRE TERRENO NATURAL (m2)**

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Cemento	Bolsa	0,05	\$6,19	\$0,31
Arena mediana	m3	0,04	\$12,73	\$0,51
Cal hidraulica	Bolsa	0,25	\$2,29	\$0,57
Cascote	m3	0,07	\$21,96	\$1,54
				\$2,93
MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Oficial	hora	0,3	\$5,18	\$1,55
Ayudante	hora	0,5	\$3,95	\$1,98
				\$3,53
Total Rubro				\$6,46

CARPETA (m2)

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Cemento	Bolsa	0,22	\$6,19	\$1,36
Arena mediana	m3	0,03	\$12,73	\$0,38
Hidrofugo	Kg.	0,25	\$0,70	\$0,18
				\$1,92
MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Oficial	hora	0,3	\$5,18	\$1,55
Ayudante	hora	0,15	\$3,95	\$0,59
				\$2,15
Total Rubro				\$4,07



PISOS

DE BALDOSA CALCAREA (20x20cm) (m²)

MATERIALES	Unidad	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m ²
Cemento	Bolsa	Bolsa	0,02	\$6,19	\$0,12
Cal aérea hidratada	Bolsa	Bolsa	0,1	\$3,00	\$0,30
Arena mediana	m ³	m ³	0,02	\$12,73	\$0,25
Baldosa calcárea	Bolsa	m ²	1,05	\$10,00	\$10,50
					\$11,18
MANO DE OBRA					
	Unidad	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m ²
Oficial	hora	hora	1,3	\$5,18	\$6,73
Ayudante	hora	hora	0,9	\$3,95	\$3,56
					\$10,29
Total Rubro					\$21,47

**ZÓCALOS****DE BALDOSA CALCAREA (10x20cm) (ml)**

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por ml
Cemento	Bolsa	0,01	\$6,19	\$0,06
Cal aérea hidratada	Bolsa	0,02	\$3,00	\$0,06
Arena fina	m3	0,003	\$12,83	\$0,04
Pastina	Bolsa	0,01	\$6,30	\$0,06
Zócalo calcáreo	ml	1	\$3,50	\$3,50
				\$3,72
MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por ml
Oficial	hora	0,2	\$5,18	\$1,04
Ayudante	hora	0,1	\$3,95	\$0,40
				\$1,43
			Total Rubro	\$5,15

**REVOQUES****AZOTADO HIDRÓFUGO**

(m2)

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Cemento	Bolsa	0,05	\$6,19	\$0,31
Hidrófugo	Kg	0,13	\$2,29	\$0,30
Arena mediana	m3	0,006	\$12,73	\$0,08
				\$0,68

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Oficial	hora	0,3	\$5,18	\$1,55
Ayudante	hora	0,6	\$3,95	\$2,37
				\$3,92

Total Rubro	\$4,61
--------------------	---------------

GRUESO A LA CAL

(m2)

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Cemento	Bolsa	0,04	\$6,19	\$0,25
Cal hidraulica	Bolsa	0,1	\$2,29	\$0,23
Arena mediana	m3	0,02	\$12,73	\$0,25
				\$0,73

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Oficial	hora	0,4	\$5,18	\$2,07
Ayudante	hora	0,35	\$3,95	\$1,38
				\$3,45

Total Rubro	\$4,19
--------------------	---------------

ENLUCIDO DE CEMENTO ALISADO

(m2)

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Cemento	Bolsa	0,2	\$6,19	\$1,24
Arena mediana	m3	0,03	\$12,73	\$0,38
				\$1,62

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Oficial	hora	0,3	\$5,18	\$1,55
Ayudante	hora	0,6	\$3,95	\$2,37
				\$3,92

Total Rubro	\$5,54
--------------------	---------------

**REVESTIMIENTO**

PUERTE DE AZULEJO BLANCO (15x15cm)		(m2)		
MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Azulejos (15x15)	m2	1,05	\$5,49	\$5,76
Pastina	Bolsa	0,05	\$6,30	\$0,32
Pegamento p/azulejos	Bolsa	0,07	\$6,20	\$0,43
MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por m2
Oficial	hora	1,5	\$5,18	\$7,77
Ayudante	hora	0,8	\$3,95	\$3,16
				\$10,93
Total Rubro				\$17,44

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Puerta 2,00 x 0,70m	Nro	1	\$107,00	\$107,00
MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Oficial	Nro	5	\$34,26	\$171,30
Total Rubro				\$278,30

VENTANA 1 2,00x1,50m

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Ventana 2,00x1,50m	Nro	1	\$810,00	\$810,00
MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Oficial	Nro	1	\$34,77	\$34,77
Total Rubro				\$844,77

VENTANA 1 1,20x1,20m

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Ventana 1,20x1,20m	Nro	1	\$172,00	\$172,00
MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Oficial	Nro	1	\$22,00	\$22,00
Total Rubro				\$194,00

**CARPINTERIA****PUERTA 2.05 x 0.90m**

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Puerta 2,05 x 0,90m	Nro	1	\$1.070,00	\$1.070,00
				\$1.070,00

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Oficial	Nro	1	\$69,26	\$69,26
				\$69,26

Total Rubro	\$1.139,26
-------------	------------

PUERTA 2.05 x 0.70m

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Puerta 2,05 x 0,70m	Nro	1	\$538,00	\$538,00
				\$538,00

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Oficial	Nro	1	\$69,26	\$69,26
				\$69,26

Total Rubro	\$607,26
-------------	----------

VENTANA 1 2.90x1.50m

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Ventana 2,90x1,50m	Nro	1	\$610,00	\$610,00
				\$610,00

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Oficial	Nro	1	\$34,77	\$34,77
				\$34,77

Total Rubro	\$644,77
-------------	----------

VENTANA 1 1.20x1.20m

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Ventana 1,20x1,20m	Nro	1	\$172,00	\$172,00
				\$172,00

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Oficial	Nro	1	\$22,00	\$22,00
				\$22,00

Total Rubro	\$194,00
-------------	----------

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA****INSTALACION ELECTRICA POR BOCA**

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por boca
Boca c/colocación de artefactos	Nro.	1	\$30,00	\$30,00
				\$70,42

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por boca
Operario	Nro.	1		\$35,00
				\$35,00

Total Rubro	\$105,42
--------------------	-----------------

MEDIDOR

MATERIALES	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Medidor	Nro.	1	\$60,00	\$60,00
				\$60,00

MANO DE OBRA	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio por unidad
Operario	Nro.	1		\$25,00
				\$25,00

Total Rubro	\$85,00
--------------------	----------------



INSTALACIÓN DE GAS

INSTALACIÓN DE GAS VIVIENDA TIPO

MATERIALES

	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio Global
Cañerías FG revestido en epoxi	GI	1	\$501,00	\$501,00
Accesorios fundicion revestidos en epoxi				\$501,00

Gabinete p/gas

Valvula reguladora y conexión flexible

MANO DE OBRA

	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio Global
Operario	Nro.	1	\$311,00	\$311,00

Total Rubro	\$812,00
-------------	----------



PROYECTO INTEGRADOR FINAL: TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES DE LA EMPRESA SICAMAR METALES

ALUMNO: PALACIOS CRISTIÁN

DIRECTOR: ING. ALBERTO ARMAS

INSTALACIÓN SANITARIA

INSTALACIÓN CLOACAS VIVIENDA TIPO

MATERIALES

	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio GI
PPA PVC Ø 0,100, Du PVC Ø 0,04, PPA Ø0,063	GI	1	\$285,00	\$285,00
Cañería PVC Ø 0,110, IP PVC Ø 0,100				\$285,00
Lab PVC Ø0,04, PC c/sifon Ø0,5, BDT Ø0,110				
PL c/descarga Ø0,04, PPA PVC Ø0,110				
Bomba centrífuga				

MANO DE OBRA

	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Precio GI
Operarios	hora		\$300,00	\$300,00

Total Rubro	\$585,00
--------------------	-----------------



PROYECTO INTEGRADOR FINAL: TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES DE LA EMPRESA SICAMAR METALES

ALUMNO: PALACIOS CRISTIÁN

DIRECTOR: ING. ALBERTO ARMAS

RUBROS		COMPUTO		PRESUPUESTO			% ITEM	% RUBRO	
Nº	Denominación	Unidad	Cant. Total	M. de obra	Material	Total ítem			Total rubro
	Estudio y diseño						\$ 5.000,00	8,07%	8,07%
1	Predio								
1-1	Valor del terreno	Ha	2,25	\$ 14.000,00		\$ 31.500,00	\$ 31.500,00	50,82%	50,82%
2	Excavación de cimientos								
2-1	Para cimientos	m3	5,89	\$ 22,91		\$ 134,94	\$ 134,94	0,22%	0,22%
3	Cimiento								
3-1	Para cimientos	m3	4,42	\$ 33,45	\$ 40,02	\$ 324,71	\$ 324,71	0,52%	0,52%
4	Mampostería								
4-1	Ladrillos cerámicos 13 x 19 x 33	m2	57,9	\$ 8,34	\$ 10,90	\$ 1.113,94	\$ 1.113,94	1,80%	1,80%
5	Capa aisladora								
5-1	En paredes	ml	24,55	\$ 2,15	\$ 1,92	\$ 99,80	\$ 99,80	0,16%	0,16%
6	Contrapisos y Carpetas								
6-1	Contrapiso	m2	19,02	\$ 3,53	\$ 2,93	\$ 122,82		0,20%	
6-2	Carpeta	m2	19,02	\$ 2,15	\$ 1,92	\$ 77,32	\$ 200,14	0,12%	0,32%
7	Pisos y Zócalos								
7-1	Pisos	m2	19,02	\$ 10,29	\$ 11,18	\$ 408,31		0,66%	
7-2	Zócalos	ml	18,50	\$ 1,43	\$ 3,72	\$ 95,36	\$ 503,67	0,15%	0,81%
8	Cubiertas								
8-1	De chapa	m2	52,02	\$ 8,57	\$ 21,58	\$ 1.568,40	\$ 1.568,40	2,53%	2,53%
9	Revoques								
9-1	Azotado hidrófugo	m2	48,34	\$ 3,92	\$ 0,68	\$ 222,73		0,36%	
9-2	Exterior	m2	115,80	\$ 7,38	\$ 3,03	\$ 1.205,85		1,95%	
9-3	Interior	m2	115,80	\$ 7,38	\$ 2,35	\$ 1.126,69	\$ 2.555,26	1,82%	4,12%
10	Revestimiento								
10-1	Cerámico	m2	11,43	\$ 10,93	\$ 6,51	\$ 199,38	\$ 199,38	0,32%	0,32%
11	Aberturas								
11-1	Puerta 90cm x 205cm	Un	2,00	\$ 69,26	\$ 1.070,00	\$ 2.278,52		3,68%	
11-2	Puerta 70cm x 205cm	Un	1,00	\$ 69,26	\$ 538,00	\$ 607,26		0,98%	
11-3	Ventana 290cm x 150cm	Un	2,00	\$ 34,77	\$ 610,00	\$ 1.289,54		2,08%	
11-4	Ventiluz 50cm x 60cm revatible	Un	2,00	\$ 22,00	\$ 172,00	\$ 388,00	\$ 4.563,32	0,63%	7,36%
12	Instalación sanitaria								
12-1	Instalación sanitaria	Gl	1,00	\$ 300,00	\$ 285,00	\$ 585,00		0,94%	
12-2	Artefactos sanitarios	Gl	1,00	\$ 95,00	\$ 489,98	\$ 584,98	\$ 1.169,98	0,94%	1,89%
13	Instalación eléctrica								
13-1	Por Boca	Un	14,00	\$ 35,00	\$ 70,42	\$ 1.475,88		2,38%	
13-2	Medidor	Un	1,00	\$ 25,00	\$ 60,00	\$ 85,00	\$ 1.560,88	0,14%	2,52%
14	Instalación de Gas								
14-1	Instalación de gas	Un	3,00	\$ 311,00	\$ 501,00	\$ 2.436,00	\$ 2.436,00	3,93%	3,93%
15	Vallado perimetral								
15-1	Vallado perimetral	Gl	1,00	\$ 509,12	\$ 2.885,00	\$ 3.394,12	\$ 3.394,12	5,48%	5,48%
16	Circulación								
16-1	Mejorado suelo escoria	m3	257,50	\$ 10,00	\$ 12,00	\$ 5.665,00	\$ 5.665,00	9,14%	9,14%
							\$ 61.989,54	100,00%	100,00%

Ver planos Nº 4 y Nº 5



2-2 CÓMPUTO ANUAL DEL MOVIMIENTO DE SUELOS Y OTROS

2-CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DEL COSTO DE OPERACION:

2-1 COSTO ANUAL DE LA MANO DE OBRA: En este ítem se calculará el sueldo promedio de un supervisor contratado por la empresa.

Sueldo de bolsillo = \$/mes 1500

Coefficiente de cargas sociales, vacaciones, etc. = 1.98

Costo que representa para la empresa = \$/mes 1500 x 1.98 = \$/mes 2970

Costo por día = $\frac{\$/mes\ 2970}{24\ días} = \$/día\ 123.75$

24 días

Días de trabajo por mes del supervisor en el relleno = 4

Costo proporcional a los días de trabajo = $\$/día\ 123.75 \times 4\ días = \$/mes\ 495$

Costo anual de la mano de obra = $\$/mes\ 495 \times 12\ meses = \$/año\ 5940$

AREA DE COMPACTACION: Compactación con pasa de cable

DISTANCIA EN X	AREA M ²	
	PARCIAL	ACUMULADO
3.45	73.84	73.84
13.25	225.75	312.59
21.80	193.2	505.79
27.25	125.6	631.39
31.35	182.3	813.70
34.35	195.2	1008.90
36.5	128.3	1137.20
38.15	183.2	1320.40
39.45	113.2	1433.60
42.05	128.8	1562.40
43.40	185.2	1747.60
45.15	193.2	1940.80
46.40	128.8	2069.60
48.35	185.2	2254.80
50.35	130	2384.80



AREA DE RIEGO ASFALTADO

2-2 CÓMPUTO ANUAL DEL MOVIMIENTO DE SUELOS Y OTROS:

VOLUMEN DE EXCAVACION

DISTANCIA EN X	VOLUMEN M3	
	PARCIAL	ACUMULADO
18,73	508,61	508,61
27,13	309,95	818,56
32,73	206,64	1025,2
41,13	309,95	1335,15
49,53	309,95	1645,1
55,13	206,64	1851,74
63,53	309,95	2161,69
71,93	309,95	2471,64
77,53	206,64	2678,28
85,93	309,95	2988,23
94,33	309,95	3298,18
99,93	245,68	3543,86

AREA DE COMPACTACION: Compactación con pata de cabra.

DISTANCIA EN X	AREA M2	
	PARCIAL	ACUMULADO
3,45	73,84	73,84
13,23	238,74	312,58
21,63	193,2	505,78
27,23	128,8	634,58
35,63	193,2	827,78
44,03	193,2	1020,98
49,63	128,8	1149,78
58,03	193,2	1342,98
66,43	193,2	1536,18
72,03	128,8	1664,98
80,43	193,2	1858,18
88,83	193,2	2051,38
94,43	128,8	2180,18
99,93	130	2310,18

Cantidad de viajes por hora = 3

Tiempo incurrido para realizar los 5 viajes = 1 hora 40 minutos

Costo de transporte por los 30 m³ = \$ 42Costo unitario de transporte = 1,40 \$/m³



AREA DE RIEGO ASFALTICO: AREA UNA CELDA

DISTANCIA EN X	AREA M2	
	PARCIAL	ACUMULADO
3,45	73,84	73,84
13,23	238,74	312,58
21,63	193,2	505,78
27,23	128,8	634,58
35,63	193,2	827,78
44,03	193,2	1020,98
49,63	128,8	1149,78
58,03	193,2	1342,98
66,43	193,2	1536,18
72,03	128,8	1664,98
80,43	193,2	1858,18
88,83	193,2	2051,38
94,43	128,8	2180,18
99,93	130	2310,18

VOLUMEN DE TERRAPLEN: Suelo vegetal espesor 60 cm

DISTANCIA EN X	VOLUMEN M3	
	PARCIAL	ACUMULADO
3,45	58,5	58,5
13,23	144,9	203,4
21,63	103,32	306,72
27,23	68,88	375,6
35,63	103,32	478,92
44,03	103,32	582,24
49,63	68,88	651,12
58,03	103,32	754,44
66,43	103,32	857,76
72,03	68,88	926,64
80,43	103,32	1029,96
88,83	103,32	1133,28
94,43	44,28	1177,56
99,93	58,5	1236,06

TRANSPORTE: Como se mencionó anteriormente la cantidad de viajes a realizar por semana es de 5. Cantidad de residuo 30 m³

Costo por hora = \$ 25

Cantidad de viajes por hora = 3

Tiempo insumido para realizar los 5 viajes = 1 hora 40 minutos

Costo de transporte por los 30 m³ = \$ 42

Costo unitario de transporte = 1.40 \$ / m³

**2-3 COSTO DE OPERACIÓN PARA UNA CELDA:**

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL	% INCIDENCIA
EXCAVACIÓN	m3	3543,86	\$ 3,00	\$ 10.631,58	10,58%
COMPACTACIÓN	m2	2310,18	\$ 2,80	\$ 6.468,50	6,44%
RIEGO ASFÁLTICO	m2	2310,18	\$ 2,00	\$ 4.620,36	4,60%
TERRAPLEN	m3	2600	\$ 1,40	\$ 3.640,00	3,62%
TRANSPORTE	m3	1681,08	\$ 1,40	\$ 2.353,51	2,34%
REACOMODAMIENTO	m3	1681,08	\$ 5,00	\$ 8.405,40	8,37%
CAPA DE DRENAJE	m3	390	\$ 25,30	\$ 9.867,00	9,82%
GEOSINTETICO Y GEOTEXTIL	m2	2600	\$ 16,19	\$ 42.094,00	41,90%
BOMBA DE SUCCIÓN	U	1	\$ 500,00	\$ 500,00	0,50%
MANO DE OBRA	\$/año	2	\$ 5.940,00	\$ 11.880,00	11,83%
TOTAL				\$ 100.460,36	100,00%

Nota: Vida útil de una celda: 2 años



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto

FINAL

PROYECTO

**TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN
FINAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LA EMPRESA
SICAMAR METALES**

TEMA:
ANÁLISIS DE COSTOS

COORDINADOR:
ING. JULIO SALVAY
DIRECTOR:
ING. ALBERTO ARMAS
ALUMNO:
CRISTIÁN PALACIOS

INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003



XI- ANALISIS DE COSTOS:

1- COSTOS DE INVERSION

1-1 PREPARACION DEL PRESUPUESTO:

En el cómputo y presupuesto de los costos de inversión se han contemplado los siguientes rubros:

1-1-1 ESTUDIO Y DISEÑO: Los estudios previos y el proyecto ejecutivo del relleno, tendrán costos para la empresa SICAMAR METALES S.A., que variarán según se contraten con un consultor o alguna entidad que proporcione este tipo de asistencia técnica (honorarios profesionales, porcentaje estimado del costo de la obra).

1-1-2 ADQUISICION DEL PREDIO: Según el sitio determinado para la implementación del relleno de seguridad, el costo de la hectárea es de **\$ 14000**

1-1-3 PREPARACION DEL TERRENO Y OBRAS COMPLEMENTARIAS: Este concepto se estimará cuantificando los volúmenes de obra de cada uno de los componentes como: Encerramiento del sitio, oficina administración, etc.

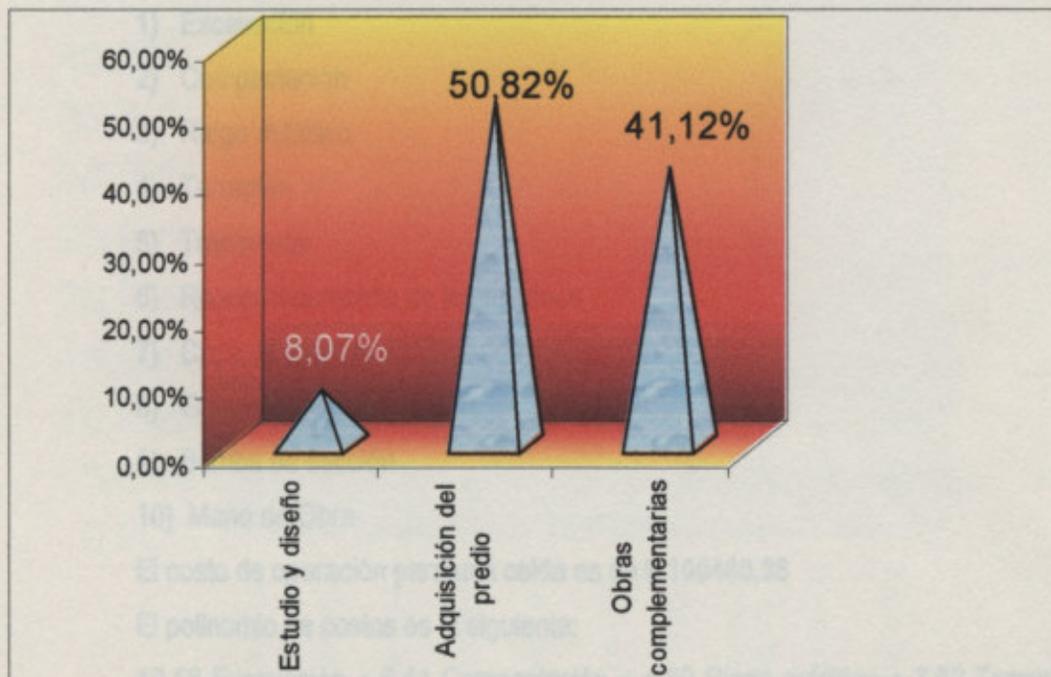
El costo de inversión es de **\$61989,54**

El polinomio de costos es el siguiente:

8,07 Estudio y diseño + 50,82 Adquisición del Predio + 41,12 Preparación del terreno y obras complementarias = 100 Monto Total



El siguiente gráfico muestra el porcentaje de incidencia de cada rubro en relación al monto total del costo de inversión.





2- COSTO DE OPERACIÓN:

En el cómputo y presupuesto de los costos de operación se han contemplado los siguientes rubros:

- 1) Excavación
- 2) Compactación
- 3) Riego asfáltico
- 4) Terraplén
- 5) Transporte
- 6) Reacomodamiento de los residuos
- 7) Capa de drenaje
- 8) Geotextil y geosintéticos
- 9) Bomba de succión
- 10) Mano de Obra

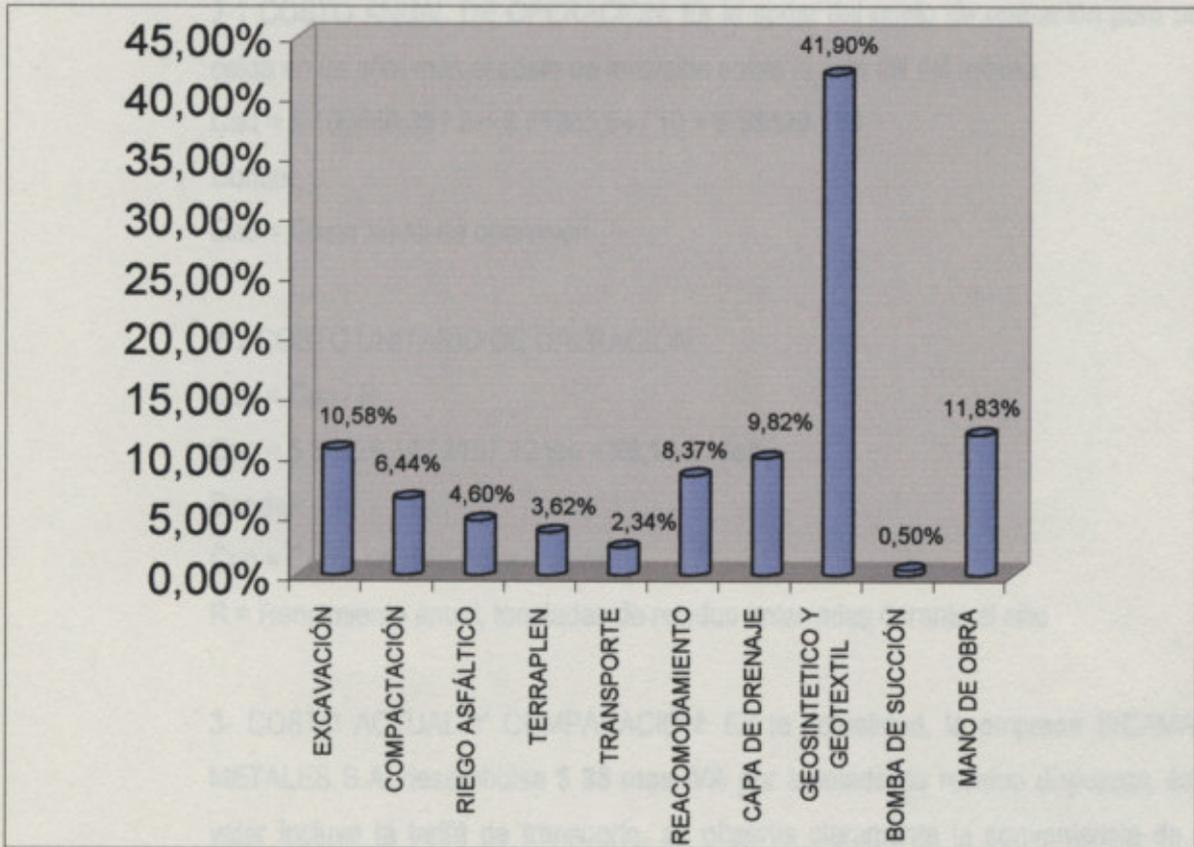
El costo de operación para una celda es de **\$ 100460,36**

El polinomio de costos es el siguiente:

10,58 Excavación + 6,44 Compactación + 4,60 Riego asfáltico + 3,62 Terraplen +
2,34 Transporte + 8,37 Reacomodamiento de los residuos + 9,82 Capa de drenaje +
41,90 Geosintéticos y Geotextil + 0,50 Bomba + 11,83 Mano de Obra = 100 Monto
Total



El siguiente gráfico muestra el porcentaje de incidencia de cada rubro en relación al monto total del costo de operación por celda.





2-1 COSTO ANUAL DE OPERACIÓN: Es la suma del costo de operación para una celda en un año, más el costo de inversión sobre la vida útil del relleno

$$Cao = \$ 100460,36 / 2 + \$ 61989,54 / 10 = \$ 56429,134$$

Donde:

Cao = Costo anual de operación

2-2 COSTO UNITARIO DE OPERACIÓN:

$$Cuo = Cao / R$$

$$Cuo = \$ 56429,14 / 2157.12 \text{ ton} = 26,16 \$ / \text{ton.}$$

Donde:

Cuo = Costo unitario de operación

R = Rendimiento anual, toneladas de residuo enterradas durante el año

3- COSTO ACTUAL Y COMPARACIÓN: En la actualidad, la empresa SICAMAR METALES S.A. desembolsa **\$ 35 mas IVA** por tonelada de residuo dispuesta, éste valor incluye la tarifa de transporte, se observa claramente la conveniencia de la implementación de un relleno de seguridad para dar solución al tema de los residuos sólidos industriales.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto

FINAL

**TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN
FINAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LA EMPRESA
SICAMAR METALES**

PROYECTO

TEMA:
ANEXO

COORDINADOR:
ING. JULIO SALVAY
DIRECTOR:
ING. ALBERTO ARMAS
ALUMNO:
CRISTIÁN PALACIOS

INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR FINAL: TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES DE LA EMPRESA SICAMAR METALES

ALUMNO: PALACIOS CRISTIÁN

DIRECTOR: ING. ALBERTO ARMAS

INDICE GENERAL

1. Introducción
2. Diseño del instrumental para la experimentación
3. Descripción de la experimentación
4. Análisis
5. Conclusiones del trabajo experimental
6. Diagramas
7. Bibliografía

C.I.D.E.C.

CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO DE ESTRUCTURAS CIVILES *LABORATORIO DE SUELOS*

Publicación Nº 19

Experimentación sobre la variación del coeficiente de permeabilidad " k " en suelos limosos compactados mecánicamente

AÑO 2003



INDICE GENERAL

- 1 **Introducción**
- 2 **Diseño del instrumental para la experimentación**
- 3 **Desarrollo de la experimentación**
- 4 **Análisis de la información obtenida**
- 5 **Conclusiones del trabajo experimental**
- 6 **Integrantes**
- 7 **Bibliografía**



1 - INTRODUCCION

La naturaleza del suelo, especialmente en los casos que tienen por origen la sedimentación eólica, implica la existencia de vacíos continuos, es decir intercomunicados entre sí. Sobre este elemento inerte, particulado, cobra especial importancia el hecho de estar generalmente en contacto íntimo con el agua, ya sea libre o confinada en acuíferos sometidos a presión, la cual tiende a atravesarlo, generándole presiones de filtración que posibilitan el paso de masa líquida .

Todos los materiales de construcción no metálicos, incluyendo el granito natural y el mortero de cemento son *permeables*, diferenciándose solamente en la magnitud de la filtración.

Esta circunstancia, nos permite afirmar que aún en el caso en que no se observe la manifestación de agua libre, luego de haber atravesado el material que constituye la barrera, parte del líquido ha circulado, y se ha perdido, originando en su desplazamiento *presiones de filtración* que pueden ser muy elevadas, evaporándose en contacto con el aire si la superficie está expuesta a la atmósfera.

El fenómeno de la *filtración* siempre se manifestará ante el hecho de interponer cualquier barrera material a la acción de un cuerpo de agua que disponga de una resultante de energía potencial gravitatoria, observándose la circulación de agua desde la posición de mayor energía potencial hacia la posición de menor energía, buscando el equilibrio.

Refiriéndonos a la masa de suelo, en especial los suelos limosos de la zona, ella está constituida por un conjunto de partículas que conforman la trama íntima de su estructura generando en su azarosa distribución una importante cantidad de espacios vacíos, magnitud que es posible medir a través de la *relación de vacíos e* .

Toda vez que por algún medio se logre alterar el valor de esta *relación de vacíos*, cambiarán las condiciones en que se producirá la circulación de agua a través de la masa del suelo.

Esta circulación de agua se manifiesta a través de un recorrido errático entre las partículas del suelo pero en general se ordena siguiendo trayectorias curvas denominadas *líneas de filtración*.

La *carga hidráulica*, o diferencia de nivel piezométrico entre dos puntos de una masa porosa originará la mencionada circulación de agua, magnitud que medimos en metros de columna de agua y si realizamos el cociente con el espesor del suelo que separa dichos puntos, también medido en metros, obtendremos el *gradiente hidráulico*, valor adimensional que describe la intensidad de la *filtración*.

Se denomina *velocidad de descarga v* a la cantidad de agua que atraviesa una sección unitaria dispuesta en forma perpendicular a las *líneas de filtración* en la unidad de tiempo.

En un material poroso, se debe referenciar la *velocidad de descarga* a la *porosidad*, obteniéndose la *velocidad de filtración*.

Si la circulación de agua no altera la estructura de la masa porosa, la velocidad de descarga dependerá directamente del *gradiente de presión i_p* que resulta de multiplicar el *gradiente hidráulico* por el peso específico del agua e inversamente de la *viscosidad del agua h* , todo esto afectado por una constante empírica *K* , la cual se denomina *permeabilidad*. Este valor de *permeabilidad* es independiente de las propiedades físicas del líquido que circula por el medio poroso.



Si adecuamos el planteo anteriormente expuesto a los casos usuales en la ingeniería civil, veremos que el líquido que en general circula por las masas de suelo es agua, y que lo hace en un rango de temperaturas estable, sin grandes variaciones, con lo cual tampoco altera el valor de la viscosidad. Por todo ello, la *velocidad de descarga* v es igual a un coeficiente k denominado *coeficiente de permeabilidad* multiplicado por el *gradiente hidráulico* i . ($v = k i$)

Un elemento a tener en cuenta, es la existencia de burbujas de aire ocluidas en la masa del suelo, las cuales cuando están sometidas a la presión generada por el agua, cambian de volumen, modificando el valor del *coeficiente de permeabilidad* k

Conocidos el *coeficiente de permeabilidad* k , y el valor de la *carga hidráulica* h y el espesor del estrato que estará expuesto a su acción, se determina en función del tiempo transcurrido el volumen de agua que lo ha atravesado.

2 - DISEÑO DEL INSTRUMENTAL PARA LA EXPERIMENTACION

Para la realización del trabajo experimental, se planteó la necesidad de contar con *muestras inalteradas* de suelo compactado, las cuales serían sometidas a ensayos de *permeabilidad* mediante el empleo de permeámetros de carga variable. Esta situación cobra especial relevancia en el hecho de que se estimaban valores del *coeficiente de permeabilidad* k reducidos, y el sistema apropiado para esta circunstancia es el mencionado tipo de permeámetro.

Esta situación nos enfrentó con el hecho de evaluar tomar muestras inalteradas mediante el empleo del toma muestras de Terzaghi, y para ello realizar en la obra terraplenamientos de prueba, de manera de disponer de los mantos de suelo compactado desde los cuales proveernos de las muestras para ensayar. Esta circunstancia implicaría elevados costos de ejecución de los mencionados terraplenes y además nos brindaría un rango de densidades para estudiar acotado a las capacidades del equipo compactador.

La alternativa más viable resultó, luego de analizarla, compactar las muestras dentro del elemento de contención, pero éste de acuerdo a las medidas estándar en los métodos de extracción de testigos en suelos, tiene un diámetro de aproximadamente 50 milímetros, lo que hacía impracticable todo tipo de intento de compactación dentro de los mismos.

Debido a esta circunstancia se decidió diseñar una cápsula en el rango de las dimensiones del molde del ensayo de compactación PROCTOR. De esta manera se estaría en iguales condiciones que para los ensayos de compactación, además de poder ir graduando detalladamente los valores de las energías de compactación a utilizar.

En función de lo precedentemente detallado, se construyó una base de madera, en la cual se ha ejecutado un rebaje torneado acorde con el diámetro exterior de la cápsula de contención lateral de la muestra. Sobre el fondo de dicha base se ha colocado un disco de acero de igual diámetro exterior que el molde.

El molde que sirve de contención y limita el tamaño de la muestra es en este caso un tramo de caño de PVC reforzado cloacal de 110 milímetros de diámetro exterior, con una longitud de unos 150 milímetros, y que se adapta perfectamente a las necesidades del proceso de compactación, siendo muy fácilmente separado de la base que sirve de alojamiento para su ejecución. También se ha ejecutado en PVC el tramo que sirve de



extensión para el normal desarrollo de la compactación en el molde. Ver Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 y Fig. 4



Fig. 1 Detalle del molde ubicado en base de compactación y prolongación para enrasar probetas.

Fig. 3 Detalle de los componentes del sistema de compactación de probetas.



Fig. 2 Detalle del conjunto armado para proceder a la compactación de la probeta.



Fig. 3 Detalle de los componentes del sistema de compactación de probetas.



Fig. 4 Detalle de los componentes del sistema de encapsulado de probetas.

Resuelto el problema de contar con las muestras a ensayar, debidamente conformadas según la metodología de la compactación estándar, nos enfrentamos a la necesidad de contar con los elementos que nos permitieran realizar los ensayos de permeabilidad, en este caso mediante el uso de permeámetros de carga variable

Para ello se diseñaron permeámetros en la escala del tamaño de la muestra a ensayar, todo ello mediante el empleo de caños y accesorios de PVC tipo cloacal, perfectamente unidos y sellados mediante el empleo de adhesivos de contacto. Sobre la tapa del dispositivo, se ubicó una manguera de plástico transparente, de manera de poder observar y medir las variaciones del pelo de agua. Ver Fig. 5



Fig. 5 Detalle del conjunto ensamblado

Una vez que se materializaron los permeámetros, y ante la posibilidad de que en los casos de densidades reducidas se produjera el arrastre de las partículas de suelo por medio de la *presión de filtración* existente, se diseñaron tapas de acero perforadas, que sirven de asiento a la probeta de suelo compactado, evitando que se deslice y se pierda material en estudio. También, para asegurar el perfecto drenaje del sistema, se incorporó entre la tapa metálica y el suelo un disco de malla geotextil, del tamaño suficiente para permitir el paso del agua y evitar el arrastre de las partículas del suelo. Todo este sistema, para su correcta implementación, requirió de sucesivos ajustes y pruebas, que finalizaron en la adopción de la cinta de teflón como el elemento que permitía un ajuste perfecto entre la probeta encapsulada y el cuerpo del permeámetro. Su ventaja es la facilidad de adaptación al molde, el sellado estanco y el inmediato desmolde del sistema una vez concluidos los ensayos. Como medida de seguridad se implementó una junta elástica, consistente en un sector de cámara de automóvil, del diámetro apropiado de manera de ceñirse sobre el conjunto a ensayar y esta camisa se aseguraba mediante el empleo de abrazaderas de fijación metálicas, que inmovilizaban el conjunto. Ver Fig. 6



Fig. 6 Junta elástica y abrazaderas metálicas.

También se diseñó un sistema de extracción de muestras, en función de las elevadas densidades que se lograrían, y que en el caso de los moldes de PVC, cualquier manipulación brusca o inadecuada causaría daños permanentes en los mismos. Para este fin se construyó una base de extracción, en acero, de un diámetro exterior menor al diámetro interior del molde de compactación. Adicionalmente se construyó un caño hueco de mayor diámetro que la probeta a ensayar, con un rebaje en su extremo, generando un disco de mayor diámetro que la probeta a ensayar, pero que se apoyaba de manera continua en el espesor de la pared del molde. Ver Fig. 7 y Fig. 8

Fig. 8 Diseño del conjunto de los piezas del sistema de extracción



Fig. 7 Detalle de las piezas del sistema de desmolde de las probetas compactadas. Se observa el pie de apoyo y la camisa de extracción.

Fig. 8 Detalle del conjunto en la prensa.



Fig. 8 Detalle del conjunto de las piezas del sistema de desmolde



Todo este sistema de extracción de probetas se complementa con el uso de una prensa manual de 15 toneladas de capacidad, la cual permite lograr el objetivo de recuperar los moldes y las probetas ensayadas. Ver Fig. 9



Fig. 9 Detalle del conjunto en la prensa.



Fig. 10 Vista general del conjunto.



3 – DESARROLLO DE LA EXPERIMENTACION

A los efectos de realizar los ensayos, la Cooperativa de Obras Sanitarias de Venado Tuerto, proveyó una adecuada cantidad de suelo, extraído del predio donde están ubicadas las lagunas de tratamiento. También cedió el conjunto de caños y accesorios de PVC de manera de construir los permeámetros. El resto del instrumental fue elaborado por los integrantes del Laboratorio de Suelos de la Facultad Regional Venado Tuerto.

Sobre el mencionado suelo a estudiar, se realizaron ensayos de compactación estándar y se determinaron el límite líquido y el límite plástico.

Identificado de esta manera el suelo que se analizaría, se propuso como mecánica de trabajo para lograr una variación gradual de la densidad de las muestras, ir moldeando probetas con un número creciente de golpes por capa y con un número creciente de capas. El elemento compactador empleado es el pisón estándar del ensayo PROCTOR.

Se comenzó la serie de ensayos con una tanda de tres probetas, compactadas en iguales condiciones y sobre un mismo pastón de suelo humedecido, a la cual se le aplicaron 4 golpes del pisón estándar, sobre una cantidad de suelo adecuada para conformar una probeta en una sola capa. El motivo de tener series de tres probetas, es en este caso contemplar las heterogeneidades naturales en el comportamiento hidráulico de la masa de suelo así conformada, cuya aleatoriedad, tal como lo marcan los ensayos realizados, podría causar una discrepancia de valores en las mediciones efectuadas.

Es notorio el efecto que una elevada presión de filtración causó a la masa de suelo así compactada, constatándose disminuciones en la altura de la probeta, del orden del 10 al 15 % de la longitud inicial de la misma. Esto motivó en algunos casos que se manifestara el fenómeno de la tubificación de la masa del suelo, donde por circunstancias azarosas se producían canales de escurrimiento que alteraban totalmente el proceso de escurrimiento, en ocasiones descargando en forma casi instantánea toda la columna de agua que generaba la carga hidráulica.

Los siguientes ensayos, conservando la hipótesis de una sola capa de material suelto, requirieron de 6, 8, 12 y 24 golpes del pisón. De esta manera se observó que la disminución de la altura de la probeta se reducía a medida que crecía la densidad, y que eventualmente se producían los fenómenos de tubificación.

Para la determinación de los valores del *coeficiente de permeabilidad k* , se tomó la precaución de dejar en contacto a la probeta a ensayar con la columna de agua durante un tiempo prolongado, de manera de asegurar la situación de muestra saturada y no alterar el valor de los coeficientes obtenidos.

De esta manera también se logra que el aire ocluido en las probetas, logre migrar hacia el exterior, proveyéndonos de una situación de drenaje estable.

A medida que las densidades se incrementaban y que además se incorporaban nuevas capas en la elaboración de las probetas, se extendieron los lapsos de observación y medición, naturalmente por la disminución del *coeficiente de permeabilidad*, y se decidió que en cada una de las probetas desmoldadas, se controlaría la humedad final del suelo en ensayo, de manera de asegurar la saturación de la muestra. Se adoptó como criterio que una muestra estaría saturada en caso se superarse la humedad del límite plástico, situación esta que se produjo en todos los ensayos adjuntados



4 – ANALISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

De los datos que se han obtenido y los cuales están incluidos en la Tabla de Valores, se observa que la disposición de los mismos en el gráfico expresan una determinada ley de variación, la cual se ha representado gráficamente por medio de una curva propuesta, en escala semi-logarítmica, que permite una evaluación detallada del suelo en cuestión.

También se observa que existe una banda de dispersión de los valores, fundamentado esto en el comportamiento azaroso del suelo en estudio ante los sucesivos ensayos de compactación, y a la naturaleza del proceso de encapsulamiento del suelo dentro de los límites del molde.

5 – CONCLUSIONES DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

De los datos que se han obtenido y los cuales están incluidos en la Tabla de Valores, se observa que la disposición de los mismos en el gráfico expresan una determinada ley de variación, la cual se ha representado gráficamente por medio de una curva propuesta, en escala semi-logarítmica, que permite una evaluación detallada del suelo en cuestión.

También se observa que existe una banda de dispersión de los valores, fundamentado esto en el comportamiento azaroso del suelo en estudio ante los sucesivos ensayos de compactación, y a la naturaleza del proceso de encapsulamiento del suelo dentro de los límites del molde.

6 – INTEGRANTES

Se detallan a continuación los integrantes del Laboratorio de Suelos que tuvieron participación en el desarrollo del trabajo experimental:

Ing. Carlos Ernesto Hilario Bessone (Jefe de Laboratorio)

Ing. Oscar Adrián Braun

Ing. Tania Borsato

Sr. Félix Herrera (Laboratorista)

Srta. Patricia Bidegain (Becaria)

Srta. Andrea Fandos

Srta. Carolina Gallucci (Becaria)

Sr. Luciano Gorosito (Becario)

Sr. Federico Morales (Becario)

Srta. Rosana Pons (Becaria)

Sra. Erica Pratelli (Becaria)

Sr. Pablo Rada

Sr. Juan Pablo Romanzini (Becario)

Sr. Claudio Ross (Becario)

Sr. Oscar Torressi (Becario)

Sr. Lisandro Travieso



7 – BIBLIOGRAFÍA

Se detallan a continuación las referencias bibliográficas consultadas para el desarrollo del trabajo experimental:

- ◆ **Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica**, de Terzaghi Peck
- ◆ **Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones**, de Sowers y Sowers
- ◆ **Mecánica de Suelos**, de Juárez Badillo y Rico Rodríguez
- ◆ **Límite Líquido**, Norma de Ensayo VN-E.2-65
- ◆ **Límite Plástico – Índice de Plasticidad**, Norma de Ensayo VN-E.3-65
- ◆ **Clasificación de Suelos**, Norma de Ensayo VN-E.4-65
- ◆ **Compactación de Suelos**, Norma de Ensayo VN-E.5-67



PROYECTO INTEGRADOR FINAL: TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES DE LA EMPRESA SICAMAR METALES

ALUMNO: PALACIOS CRISTIÁN

DIRECTOR: ING. ALBERTO ARMAS

PERMEABILIDAD 1º CAPA - 12 GOLPES**ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 12 Golpes**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 422 0,187770823

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1856,4	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,71	18,78	1,443819
2	198,6	1835,4	10,25	11,64	82,51388119	960,461577	1,70	18,78	1,434772
3	198,2	1836,2	10,31	11,63	83,48272472	970,9040885	1,69	18,78	1,422115
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
1	6,3	1,3	32,49898302	15:13:10	433,7	18:46:35	368,1	12605	5,83583E-05
2	6,3	1,3	32,49898302	15:16:41	433	18:47:40	291	12659	1,43765E-04
3	6,3	1,3	32,49898302	15:21:20	429,3	18:47:55	360,1	12395	6,41318E-05

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\log (H_i) - \log (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 14/02/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,443819	5,83583E-05
1,434772	1,43765E-04
1,422115	6,41318E-05

**PERMEABILIDAD 1° CAPA – 12 GOLPES REPETICIÓN****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 12 Golpes (Repetición)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 447,4 0,119328494

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1514	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,36	11,93	1,213893
2	198,6	1557	10,25	11,64	82,51388119	960,461577	1,41	11,93	1,263543
3	198,2	1528,8	10,31	11,63	83,48272472	970,9040885	1,37	11,93	1,224373
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAR. (cm/seg)
1	6,3	1,3	32,49898302	11,07,20	429,7	11,33,00	368,1	1540	4,57829E-04
2	6,3	1,3	32,49898302	11,05,35	429,5	11,33,25	291	1670	1,06752E-03
3	6,3	1,3	32,49898302					Se tubifico	

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (h_i) - \text{Log } (h_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 17/05/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,213893	4,57829E-04
1,263543	1,06752E-03
1,224373	Se tubifico

PERMEABILIDAD 1º CAPA - 12 GOLPES REPETICIÓN**ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 24 Golpes**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 7 500 434,8 0,152407667

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1761,4	10,28	11,65	82,96759611	966,9219947	1,61	15,24	1,401074
2	198,6	1824	10,25	11,64	82,51388119	960,461577	1,69	15,24	1,468501
3	198,2	1782,2	10,31	11,63	83,48272472	970,9040885	1,63	15,24	1,415705
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm ² /seg)
1	6,3	1,3	32,49898302	13:53:35	429,8	15:45:30	379,8	6715	8,39226E-05
2	6,3	1,3	32,49898302					Se tubifico	
3	6,3	1,3	32,49898302					Se tubifico	

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 21/02/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,401074	8,39226E-05
1,468501	Se tubifico
1,415705	Se tubifico



PERMEABILIDAD 1° CAPA - 24 GOLPES

ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 24 Golpes

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 7 500 434,8 0,152407667

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1761,4	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,61	15,24	1,401074
2	198,6	1824	10,25	11,64	82,51388119	960,461577	1,69	15,24	1,468501
3	198,2	1782,2	10,31	11,63	83,48272472	970,9040885	1,63	15,24	1,415705
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAR. (cm ² /seg)
1	6,3	1,3	32,49896302	13 53 35	429,8	15 45 30	379,8	67 15	8,39226E-05
2	6,3	1,3	32,49896302					Se tubifico	
3	6,3	1,3	32,49896302					Se tubifico	

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\log (H) - \log (Hf)) / (Tf - Ti)$$

Fecha: 21/02/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,401074	8,39226E-05
1,468501	Se tubifico
1,415705	Se tubifico

PERMEABILIDAD 1° CAPA – 24 GOLPES CONTINUACIÓN PROBETA 1

ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 24 Golpes - Continuacion probeta 1

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesefiltro pf+sh pf+ss humedad
 7 500 434,8 0,152407867

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm2)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm3)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm3)
1	200,2	1761,4	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,61	15,24	1,401074
1	200,2	1761,4	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,61	15,24	1,401074
1	200,2	1761,4	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,61	15,24	1,401074
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm2)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
1	6,3	1,3	32,49898302	14 26 30	429,8	17 46 00	400,3	11970	2,70678E-05
1	6,3	1,3	32,49898302	17 46 00	400,3	19 06 40	314,6	91240	1,20314E-05
1	6,3	1,3	32,49898302	19 06 40	314,6	14 18 30	224	155510	9,95229E-06

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 04/03/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm3)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,401074	2,70678E-05
1,401074	1,20314E-05
1,401074	9,95229E-06

**PERMEABILIDAD 1º CAPA – 24 GOLPES REPETICIÓN****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 24 Golpes -Repetición**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 447,4 0,119328494

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2078,2	10,3	14,91	83,32085811	1242,313894	1,47	11,93	1,314437
11	252	2049	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,44	11,93	1,289693
12	254,6	2046,6	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,44	11,93	1,285244
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAR. (cm ² /seg)
10	6,3	1,3	32,49898302	10:03:25	434,5	11:03:36	379,5	3611	2,17725E-04
11	6,3	1,3	32,49898302	10:05:44	432,5	11:04:25	357,6	3521	3,14375E-04
12	6,3	1,3	32,49898302	10:08:04	432	11:04:50	363,5	3406	2,95245E-04

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 24/05/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,314437	2,17725E-04
1,289693	3,14375E-04
1,285244	2,95245E-04

PERMEABILIDAD 1° CAPA – 24 GOLPES REPETICIÓN (2da lectura)**ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 24 Golpes -Repetición (2da Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 447,4 0,119328494

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2078,2	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,47	11,93	1,314437
11	252	2049	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,44	11,93	1,289693
12	254,6	2046,6	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,44	11,93	1,285244
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49896302	14:24:40	434,5	17:37:40	303,5	11580	1,79998E-04
11	6,3	1,3	32,49896302	14:22:57	432,5	17:39:00	138,5	11763	5,63475E-04
12	6,3	1,3	32,49896302	14:20:35	432	17:39:25	142,5	11930	5,41493E-04

$$k = 2,3 \times (w/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 26/05/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,314437	1,79998E-04
1,289693	5,63475E-04
1,285244	5,41493E-04

**PERMEABILIDAD 1° CAPA – 24 GOLPES REPETICIÓN (3ra lectura)****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 24 Golpes -Repetición (3ra Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 447,4 0,119328494

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2078,2	10,3	14,91	83,32085811	1242,313894	1,47	11,93	1,314437
11	252	2049	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,44	11,93	1,289693
12	254,6	2046,6	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,44	11,93	1,285244
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49896302	17:42:33	434,5	18:24:30	398,5	2517	1,99609E-04
11	6,3	1,3	32,49896302	17:45:06	432,5	18:26:00	335,5	2454	6,02379E-04
12	6,3	1,3	32,49896302	17:47:02	432	18:26:45	330,5	2383	6,54616E-04

$$k = 2,3 \times (w/A) \times L \times (\log (H_i) - \log (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 26/05/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,314437	1,99609E-04
1,289693	6,02379E-04
1,285244	6,54616E-04

**PERMEABILIDAD 1° CAPA - 4 GOLPES****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 4 Golpes**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,4 200 174,4 0,152380952

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1536	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,38	15,24	1,198820
2	198,6	1546,2	10,25	11,64	82,51388119	980,461577	1,40	15,24	1,217545
3	198,2	1542,4	10,31	11,63	83,48272472	970,9040685	1,38	15,24	1,201411
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAR. (cm/seg)
1	6,3	1,3	32,49898302	0:00:00	430,4	0:19:12	380,4	1152	4,88458E-04
2	6,3	1,3	32,49898302	0:00:00	0	0	0	Se tubifico	
3	6,3	1,3	32,49898302	0:00:00	0	0	0	Se tubifico	

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H) - \text{Log } (H')) / (Tf - Ti)$$

Fecha: 17/12/02

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,198820	4,88458E-04
1,217545	Se tubifico
1,201411	Se tubifico

**PERMEABILIDAD 1° CAPA – 4 GOLPES REPETICIÓN****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 4 Golpes - Repetición**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 415 0,208129285

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1612,8	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,46	20,81	1,209245
2	198,6	1544,2	10,25	11,64	82,51388119	960,461577	1,40	20,81	1,159638
3	198,2	1616,6	10,31	11,63	83,48272472	970,9040885	1,46	20,81	1,209230
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC DE PERMEAR. (cm/seg)
1	6,3	1,3	32,49898302	14:14:48	424	14:54:40	406,7	2392	7,93553E-05
2	6,3	1,3	32,49898302	14:15:30	421,5	14:55:10	407,3	2380	6,59389E-05
3	6,3	1,3	32,49898302	14:16:00	416,5	14:55:30	394	2370	1,05971E-04

$$k = 2,3 \times (h/A) \times L \times (\log (H) - \log (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 04/04/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,209245	7,93553E-05
1,159638	6,59389E-05
1,209230	1,05971E-04

**PERMEABILIDAD 1º CAPA – 4 GOLPES REPETICIÓN (2da lectura)****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 4 Golpes - Repetición (2da Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 415 0,208129285

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1612,8	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,46	20,81	1,209245
2	198,6	1544,2	10,25	11,64	82,51388119	960,461577	1,40	20,81	1,159638
3	198,2	1616,6	10,31	11,63	83,48272472	970,9040885	1,46	20,81	1,209230
PUNTO Nº	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
1	6,3	1,3	32,49898302	14:54:40	406,7	15:45:50	387,2	3070	7,29273E-05
2	6,3	1,3	32,49898302	14:55:10	407,3	15:46:10	391,5	3060	5,92096E-05
3	6,3	1,3	32,49898302	14:55:30	394	15:46:32	367,1	3062	1,04443E-04

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\log (h_i) - \log (h_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 04/04/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,209245	7,29273E-05
1,159638	5,92096E-05
1,209230	1,04443E-04

**PERMEABILIDAD 1° CAPA – 4 GOLPES REPETICIÓN (3ra lectura)****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 4 Golpes - Repetición (3ra Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 415 0,208125285

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1612,8	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,46	20,81	1,209245
2	198,6	1544,2	10,25	11,64	82,51368119	960,461577	1,40	20,81	1,159638
3	198,2	1616,6	10,31	11,63	83,48272472	970,9040885	1,46	20,81	1,209230
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
1	6,3	1,3	32,49898302	15:45:50	387,2	18:13:55	333,5	8885	7,65668E-05
2	6,3	1,3	32,49898302	15:46:10	391,5	18:14:47	351	8917	5,60801E-05
3	6,3	1,3	32,49898302	15:46:32	367,1	18:15:40	288,5	8948	1,21772E-04

$$k = 2,3 \times (h/A) \times L \times (\log (h_i) - \log (h_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 04/04/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,209245	7,65668E-05
1,159638	5,60801E-05
1,209230	1,21772E-04

**PERMEABILIDAD 1° CAPA - 6 GOLPES****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 6 Golpes**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 7 434 390,4 0,113719353

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1395,6	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,24	11,37	1,110059
2	198,6	1417	10,25	11,64	82,51388119	960,461577	1,27	11,37	1,139027
3	198,2	1427,4	10,31	11,63	83,48272472	970,9040885	1,27	11,37	1,136764
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAR. (cm/seg)
1	6,3	1,3	32,49898302	0:06:15	380,1	0:15:25	330,1	550	1,16847E-03
2	6,3	1,3	32,49898302	0:05:04	382,6	00:12:28	332,6	444	1,44446E-03
3	6,3	1,3	32,49898302	0:06:26	382,6	00:16:11	332,6	585	1,08266E-03

$$k = 2,3 \times (w/A) \times L \times (\log (h_i) - \log (h_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 21/01/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,110059	1,16847E-03
1,139027	1,44446E-03
1,136764	1,08266E-03

PERMEABILIDAD 1° CAPA - 6 GOLPES - CONTINUACIÓN

ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 6 Golpes - Continuación

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,5 400 348,8 0,149576395

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1523	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,37	14,96	1,190049
2	198,6	1498	10,25	11,64	82,51368119	960,461577	1,35	14,96	1,176861
3	198,2	1488	10,31	11,63	83,48272472	970,9040885	1,33	14,96	1,155602
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
1	6,3	1,3	32,49698302	15:55:54	381,1	16:30:09	331,5	2055	3,09171E-04
2	6,3	1,3	32,49698302	15:56:27	383	16:45:43	333	2836	2,25890E-04
3	6,3	1,3	32,49698302	16:13:35	379,7	17:10:32	329,7	3417	1,86874E-04

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 28/03/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,190049	3,09171E-04
1,176861	2,25890E-04
1,155602	1,86874E-04

**PERMEABILIDAD 1° CAPA - 6 GOLPES - REPETICIÓN****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 6 Golpes - Repetición**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,8 500 410 0,223214286

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2228	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,59	22,32	1,301381
11	252	2187,6	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,55	22,32	1,271185
12	254,6	2230	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,59	22,32	1,296455
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49898302	14:03:45	424,5	15:12:10	414,4	4105	3,40765E-05
11	6,3	1,3	32,49898302	14:04:50	421,8			Se tubifico	
12	6,3	1,3	32,49898302	14:08:35	417,5	15:12:35	398,3	3840	7,14111E-05

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 15/04/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,301381	3,40765E-05
1,271185	Se tubifico
1,296455	7,14111E-05

**PERMEABILIDAD 1° CAPA – 6 GOLPES – REPETICIÓN (2da lectura)****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 6 Golpes - Repetición (2da Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,8 500 410 0,223214286

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2228	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,59	22,32	1,301381
11	252	2187,6	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,55	22,32	1,271185
12	254,6	2230	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,59	22,32	1,296455
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49896302	14:10:05	424,5	15:35:00	416,3	5095	2,22396E-05
11	6,3	1,3	32,49896302					Se tubifico	
12	6,3	1,3	32,49896302	14:13:15	417,5	15:35:00	399,5	4905	5,23337E-05

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\log (H_i) - \log (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 22/04/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,301381	2,22396E-05
1,271185	Se tubifico
1,296455	5,23337E-05

**PERMEABILIDAD 1° CAPA – 6 GOLPES – REPETICIÓN (3ra lectura)****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 6 Golpes - Repetición (3ra Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,8 500 410 0,223214286

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2228	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,59	22,32	1,301381
11	252	2187,6	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,55	22,32	1,271185
12	254,6	2230	10,3	14,95	83,32085811	1245,846829	1,59	22,32	1,296455
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49898302	15:35:00	416,3	10:41:00	324	68760	2,11768E-05
11	6,3	1,3	32,49898302					Se tubifico	
12	6,3	1,3	32,49898302	15:35:00	399,5	10:44:00	300,7	68760	2,40661E-05

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\log (h_i) - \log (h_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 23/04/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,301381	2,11768E-05
1,271185	Se tubifico
1,296455	2,40661E-05

**PERMEABILIDAD 1° CAPA – 6 GOLPES – REPETICIÓN (4ta lectura)****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 6 Golpes - Repetición (4ta Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,8 500 410 0,223214286

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2226	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,59	22,32	1,301381
11	252	2187,6	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,55	22,32	1,271185
12	254,6	2230	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,59	22,32	1,296455
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49898302	10:41:00	324	16:18:00	305,3	20220	1,70792E-05
11	6,3	1,3	32,49898302					Se tubifico	
12	6,3	1,3	32,49898302	10:44:00	300,7	16:20:00	283,5	20160	1,70177E-05

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 23/04/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,301381	1,70792E-05
1,271185	Se tubifico
1,296455	1,70177E-05

**PERMEABILIDAD 1° CAPA - 8 GOLPES****ENERGIA DE COMPACTACION: 1 Capa - 8 Golpes**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,4 400 353,6 0,133640553

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
1	200,2	1504	10,28	11,65	82,99759611	966,9219947	1,35	13,36	1,189444
2	198,6	1496	10,25	11,84	82,51388119	960,461577	1,35	13,36	1,191567
3	198,2	1484	10,31	11,63	83,48272472	970,9040885	1,32	13,36	1,168212
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm ² /seg)
1	6,3	1,3	32,49898302	0:09:16	381,8	0:24:17	331,8	901	7,09864E-04
2	6,3	1,3	32,49898302	4:40:15	383,4	05:02:52	333,4	1357	4,71559E-04
3	6,3	1,3	32,49898302	4:44:50	380,1	05:09:55	330,1	1505	4,23806E-04

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (h_i) - \text{Log } (h_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 24/01/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm ² /seg)
1,189444	7,09864E-04
1,191567	4,71559E-04
1,168212	4,23806E-04

**PERMEABILIDAD 2° CAPA - 12 GOLPES****ENERGIA DE COMPACTACION: 2 Capas - 12 Golpes**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 442,2 0,132690542

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2389,2	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,72	13,27	1,519944
11	252	2339,4	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,68	13,27	1,480437
12	254,6	2340,8	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,67	13,27	1,478597
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm ² /seg)
10	6,3	1,3	32,49898302	9:52:25	431,9	10:51:00	423,4	3515	3,28492E-05
11	6,3	1,3	32,49898302	9:43:56	431,3	10:51:37	410,6	4061	7,04974E-05
12	6,3	1,3	32,49898302	9:45:45	433	10:52:00	409,8	3975	8,06929E-05

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 31/05/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,519944	3,28492E-05
1,480437	7,04974E-05
1,478597	8,06929E-05

**PERMEABILIDAD 2º CAPA – 12 GOLPES (2da lectura)****ENERGIA DE COMPACTACION: 2 Capas - 12 Golpes (2da Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 442,2 0,132690542

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2389,2	10,3	14,91	83,32085811	1242,313694	1,72	13,27	1,519944
11	252	2339,4	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,68	13,27	1,480437
12	254,6	2340,8	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,67	13,27	1,478597
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm ² /seg)
10	6,3	1,3	32,49898302	10:51:00	423,4	15:24:00	309,9	102815	1,76319E-05
11	6,3	1,3	32,49898302	10:51:37	410,6	15:26:20	146,7	102883	5,82301E-05
12	6,3	1,3	32,49898302	10:52:00	409,8	15:27:03	149,2	102903	5,71909E-05

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 01/06/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,519944	1,76319E-05
1,480437	5,82301E-05
1,478597	5,71909E-05

PERMEABILIDAD 2° CAPA - 12 GOLPES (3ra lectura)

ENERGIA DE COMPACTACION: 2 Capas - 12 Golpes (3ra Lectura)

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 442,2 0,132690542

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2369,2	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,72	13,27	1,519944
11	252	2339,4	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,68	13,27	1,480437
12	254,6	2340,8	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,67	13,27	1,478597
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAR. (cm ² /seg)
10	6,3	1,3	32,49698302	14:32:25	431,7	15:27:50	427,9	3325	1,54466E-05
11	6,3	1,3	32,49698302	14:35:15	431	15:28:00	418,9	3165	5,23699E-05
12	6,3	1,3	32,49698302	14:38:00	432,8			Se tubifico	

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log (H)} - \text{Log (Hf)}) / (Tf - Ti)$$

Fecha: 06/06/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,519944	1,54466E-05
1,480437	5,23699E-05
1,478597	Se tubifico

**PERMEABILIDAD 2° CAPA – 12 GOLPES (4ta lectura)****ENERGIA DE COMPACTACION: 2 Capas - 12 Golpes (4ta Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 500 442,2 0,132690542

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2389,2	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,72	13,27	1,519944
11	252	2339,4	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,68	13,27	1,480437
12	254,6	2340,8	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,67	13,27	1,478597
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49896302	15:27:50	427,9	9:18:16	346,5	64225	1,90853E-05
11	6,3	1,3	32,49896302	15:28:00	418,9	9:19:10	234	64269	5,27391E-05
12	6,3	1,3	32,49896302					Se tubifico	

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log}(H_i) - \text{Log}(H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 07/06/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,519944	1,90853E-05
1,480437	5,27391E-05
1,478597	Se tubifico

**PERMEABILIDAD 2° CAPA – 24 GOLPES****ENERGIA DE COMPACTACION: 2 Capas - 24 Golpes**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 350 302 0,162491537
 6,6 350 302,6 0,160135135

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2562,4	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,86	16,25	1,600909
11	252	2542,4	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,84	16,25	1,582768
12	254,6	2551,8	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,84	16,01	1,589627
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49698302	9:07:00	431,9	17:10:00	399,1	288180	1,59210E-06
11	6,3	1,3	32,49698302	9:07:50	433,4	17:10:00	396,6	288130	1,79256E-06
12	6,3	1,3	32,49698302	9:08:35	431,4	17:10:00	344,7	288085	4,53625E-06

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 16/06/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,600909	1,59210E-06
1,582768	1,79256E-06
1,589627	4,53625E-06

**PERMEABILIDAD 2° CAPA – 24 GOLPES (2da lectura)****ENERGIA DE COMPACTACION: 2 Capas - 24 Golpes (2da Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 350 302 0,162491537
 6,6 350 302,6 0,160135135

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2562,4	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,86	16,25	1,600909
11	252	2542,4	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,84	16,25	1,582768
12	254,6	2551,8	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,84	16,01	1,589627
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49898302	17:10:00	399,1	19:57:00	367,9	182820	2,58649E-06
11	6,3	1,3	32,49898302	17:10:00	396,6	19:57:00	370,7	182830	2,15011E-06
12	6,3	1,3	32,49898302	17:10:00	344,7	19:57:00	249,2	182845	1,03346E-05

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log}(H_i) - \text{Log}(H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 18/06/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,600909	2,58649E-06
1,582768	2,15011E-06
1,589627	1,03346E-05

**PERMEABILIDAD 2° CAPA – 24 GOLPES (3ra lectura)****ENERGIA DE COMPACTACION: 2 Capas - 24 Golpes (3ra Lectura)**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,6 350 302 0,162491537
 6,6 350 302,6 0,160135135

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2562,4	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,86	16,25	1,600909
11	252	2542,4	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,84	16,25	1,582768
12	254,6	2551,8	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,84	16,01	1,589627
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (µm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEAB. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49898302	19:57:00	367,9	9:10:00	359,3	49620	2,76913E-06
11	6,3	1,3	32,49898302	19:57:00	370,7	9:10:00	364,9	49630	1,84952E-06
12	6,3	1,3	32,49898302	19:57:00	249,2	9:10:00	231,1	49645	8,84699E-06

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 19/06/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,600909	2,76913E-06
1,582768	1,84952E-06
1,589627	8,84699E-06

**PERMEABILIDAD 3° CAPA - 24 GOLPES****ENERGIA DE COMPACTACION: 3 Capas - 24 Golpes**

N DE MUESTRA: 1 CARGA HIDRAULICA (cm): 400
 N DE ANALISIS: 1 TEMPERATURA:
 N DE ORDEN: 1 TEMP. DEL AGUA:

Pesafiltro pf+sh pf+ss humedad
 6,4 269 227 0,14505893

PROBETA NUMERO	PESO DEL MOLDE (gr)	PESO DEL MOLDE + SUELO HUMEDO (gr)	DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	ALTURA DEL MOLDE (cm)	AREA DEL MOLDE (cm ²)	VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO ESPECIFICO HUMEDO (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)	PESO ESPECIFICO SECO (gr/cm ³)
10	250,4	2539	10,3	14,91	83,32085811	1242,313994	1,84	14,51	1,608832
11	252	2577,8	10,3	14,94	83,32085811	1244,81362	1,87	14,51	1,631700
12	254,6	2568,2	10,3	14,95	83,32085811	1245,646829	1,86	14,51	1,622055
PUNTO N°	DIAMETRO TUBO DE CARGA (cm)	DIAMETRO DE TUBO CAPILAR (cm)	AREA DEL CAPILAR Y CARGA (cm ²)	TIEMPO INICIAL (seg)	LECTURA INICIAL (cm)	TIEMPO FINAL (seg)	LECTURA FINAL (cm)	TIEMPO DE DRENAJE (seg)	COEFIC. DE PERMEABIL. (cm/seg)
10	6,3	1,3	32,49898302	14:19:00	432	9:13:00	402,2	68040	6,10242E-06
11	6,3	1,3	32,49898302	14:19:00	433,8	9:13:00	389,2	68040	9,28122E-06
12	6,3	1,3	32,49898302	14:19:00	431,5	9:13:00	397,8	68040	6,96133E-06

$$k = 2,3 \times (a/A) \times L \times (\text{Log } (H_i) - \text{Log } (H_f)) / (T_f - T_i)$$

Fecha: 28/06/03

VALORES OBTENIDOS

DENSIDAD (gr/cm ³)	COEFICIENTE K (cm/seg)
1,608832	6,10242E-06
1,631700	9,28122E-06
1,622055	6,96133E-06



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto



FINAL

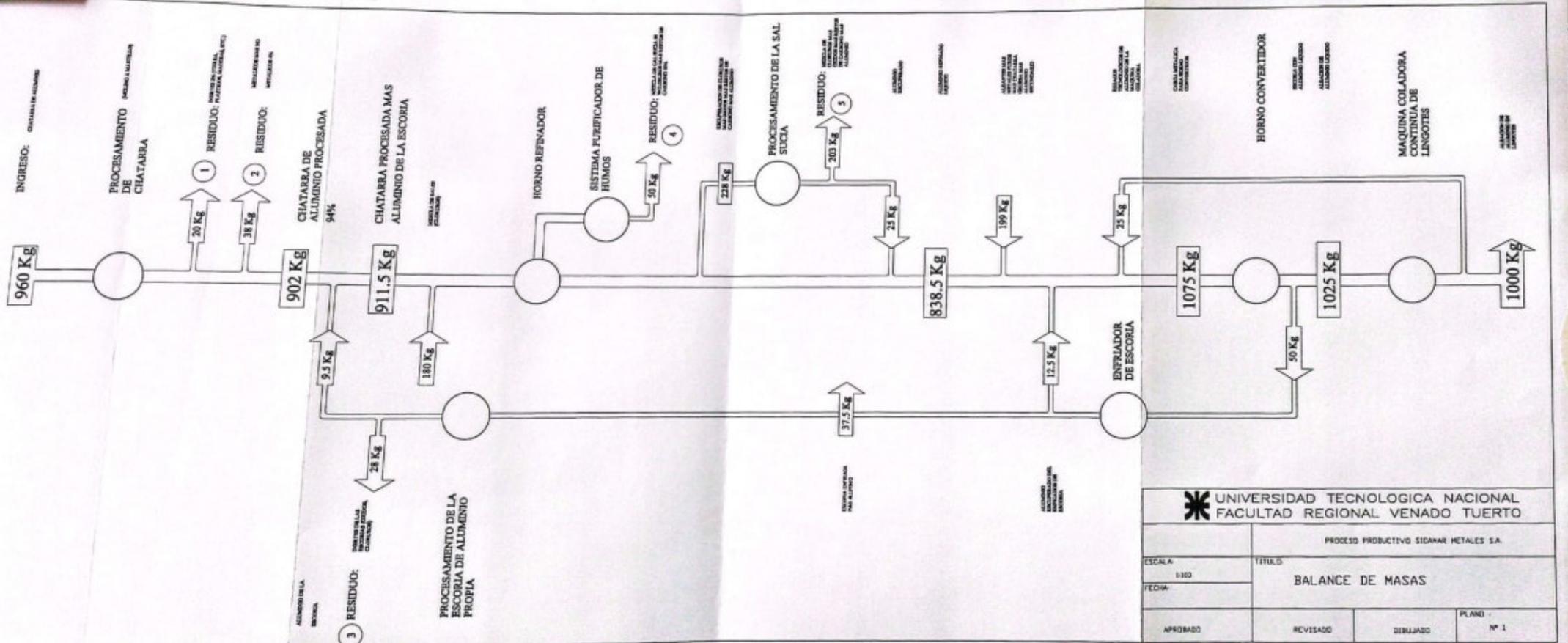
**TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN
FINAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LA EMPRESA
SICAMAR METALES**

PROYECTO

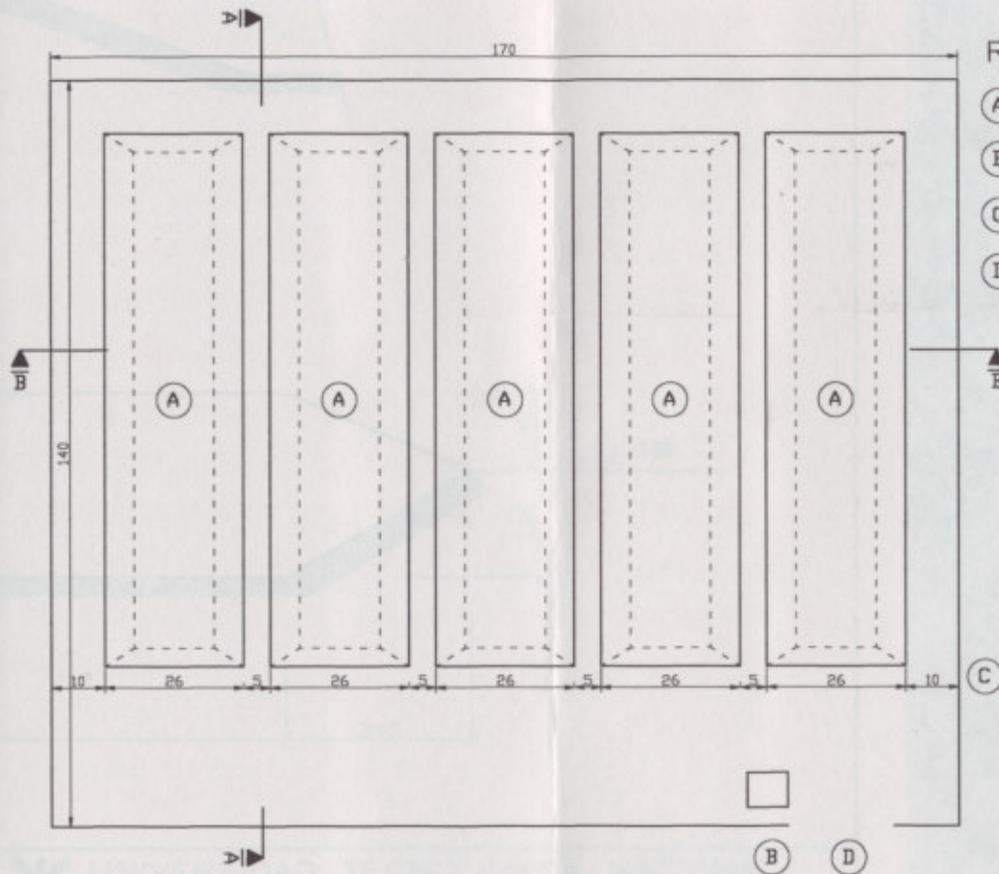
TEMA:
PLANDS

COORDINADOR:
ING. JULIO SALVAY
DIRECTOR:
ING. ALBERTO ARMAS
ALUMNO:
CRISTIÁN PALACIOS

**INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003**



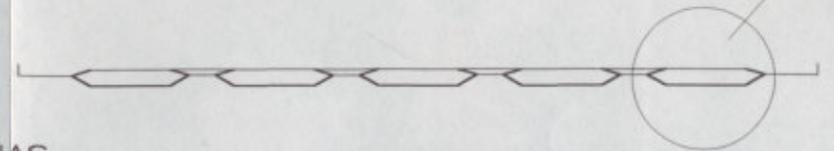
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO			
PROCESO PRODUCTIVO SIDAMAR METALES S.A.			
ESCALA: 1:100	TÍTULO: BALANCE DE MASAS		
FECHA:	APROBADO:	REVISADO:	DISEÑADO:
			PLANO: Nº 1



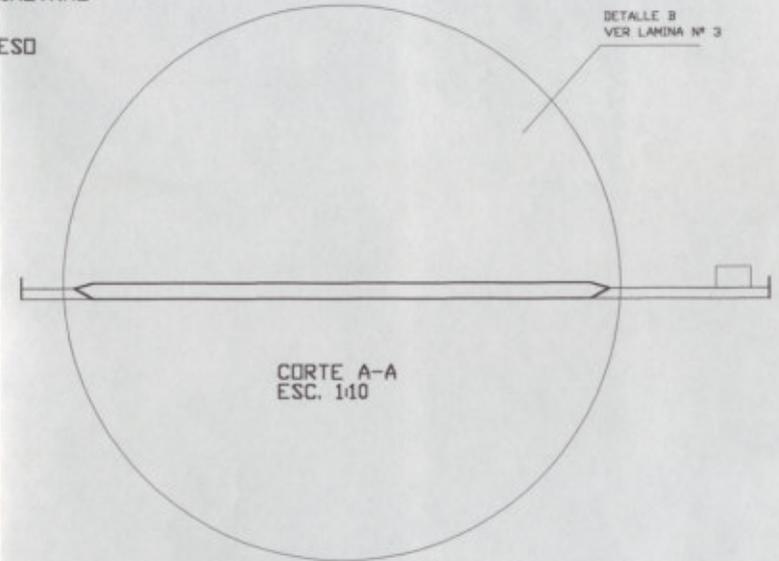
PLANTA GENERAL
ESC. 1:10

REFERENCIAS

- (A) CELDAS
- (B) OFICINA ADMINISTRATIVA
- (C) VALLADO PERIMETRAL
- (D) PORTON INGRESO



CORTE B-B
ESC. 1:10

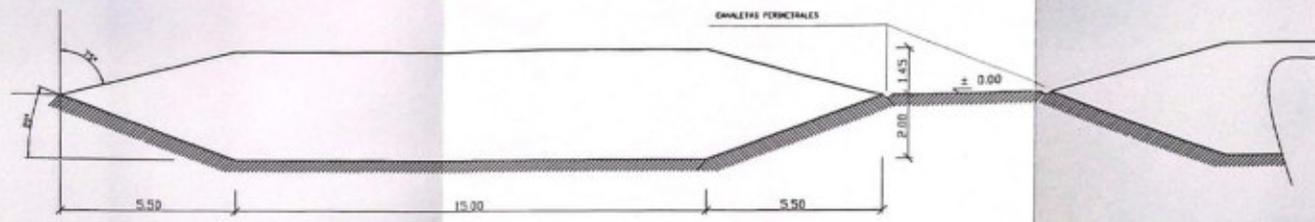


CORTE A-A
ESC. 1:10

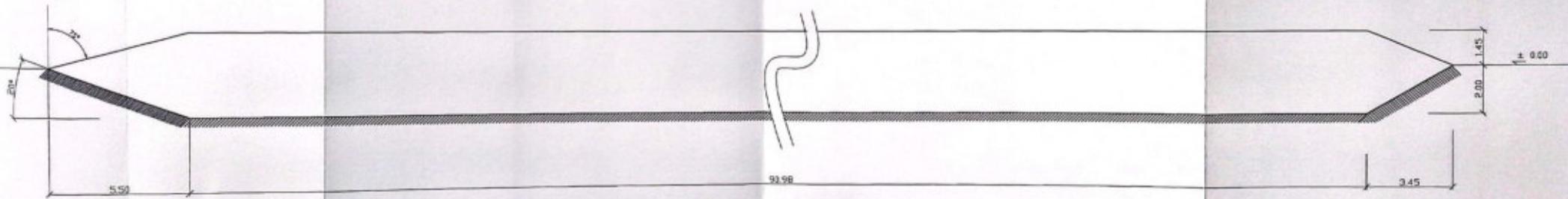


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

		DISPOSICION FINAL	
ESCALA: 1:10	TITULO: PLANTA DE DISTRIBUCION		
FECHA:			
APROBADO	REVISADO	DIBUJADO	PLANO: Nº 2



DETALLE A
ESC. 1:100

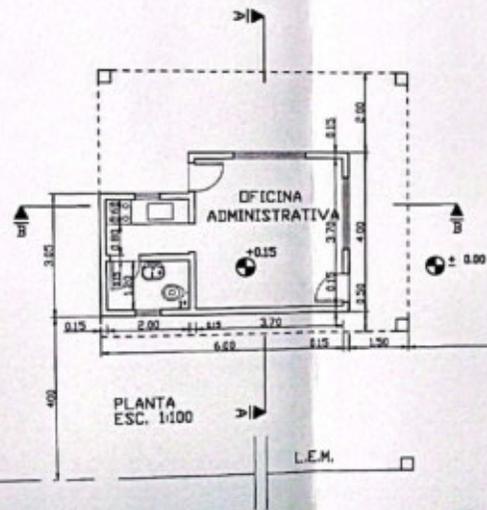


DETALLE B
ESC. 1:100



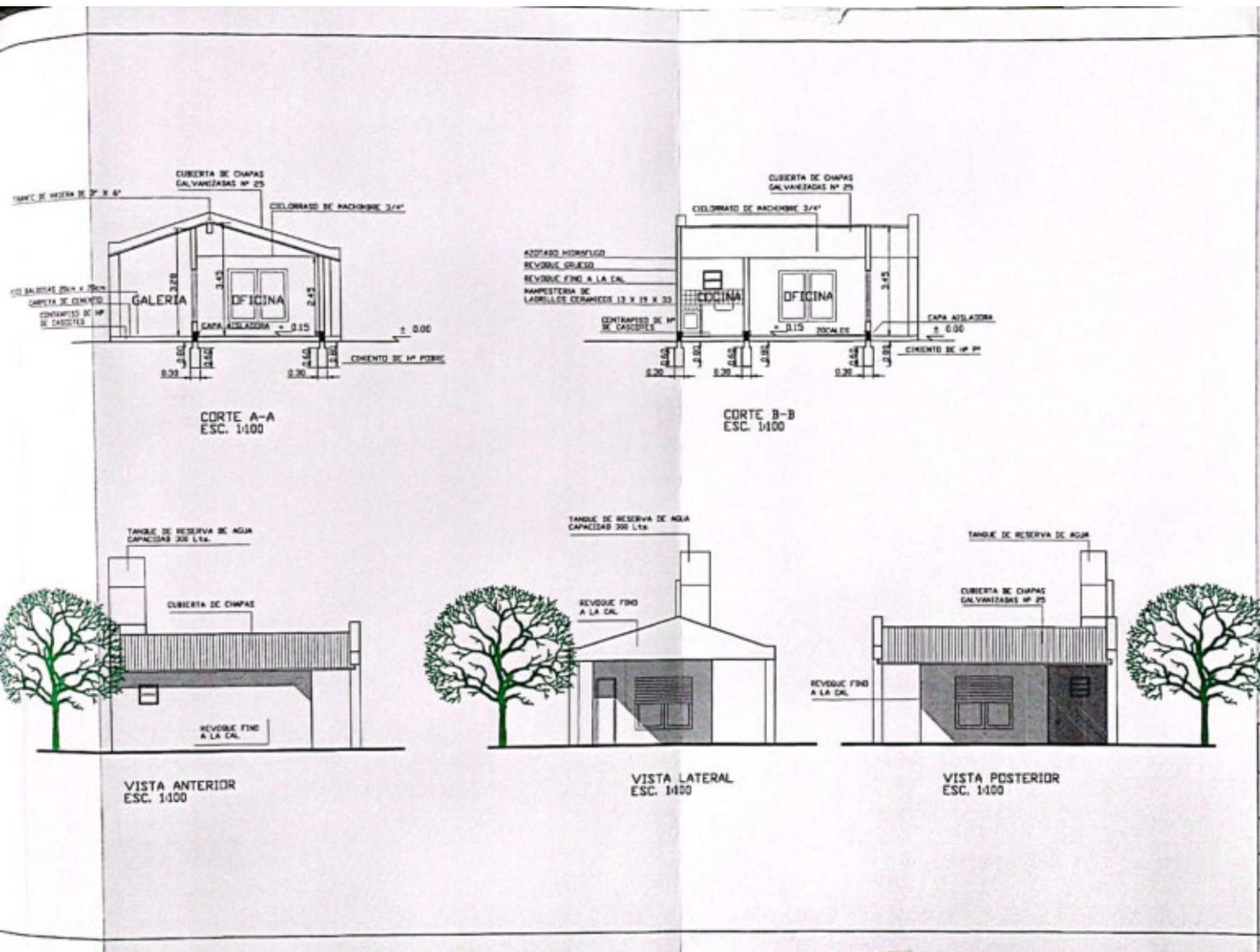
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

ESCALA 1:100		RESPECIFICIÓN FINAL	
FECHA:		TÍTULO: DETALLE DE LAS CELDAS	
APROBADO	REVISADO	DIBUJADO	PLANO: N° 3

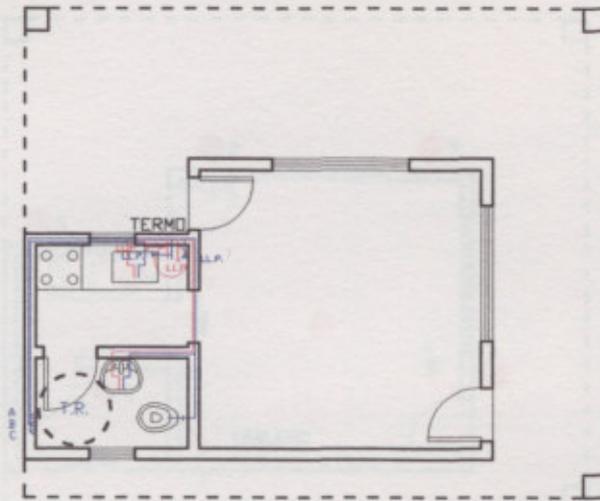


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

DISPOSICION FINAL	
ESCALA: 1:100	TITULO: PLANTA OFICINA ADMINISTRATIVA
FECHA:	
APROBADO	REVISADO
	DIBUJADO
	PLANO: N° 4



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO			
		DISPOSICIÓN FINAL	
ESCALA	1/100	TÍTULO CORTES Y VISTAS OFICINA ADMINISTRATIVA	
FECHA			
APROBADO	REVISADO	DIBUJADO	PLANO Nº 5



REFERENCIAS

- A SUBIDA DE BOMBA
- B BAJADA A TERMOTANQUE
- C DISTRIBUCION

INSTALACION DE AGUA
ESC. 1:100

- PORTALAMPA DE PARED
- PORTALAMPAS
- TERMINACIONES
- LETRA DE 10, 20, 30 Y 40mm ALTO
- TABLERO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

DISPOSICION FINAL

ESCALA:
1:100

TITULO:
INSTALACIONES: AGUA FRÍA - CALIENTE
OFICINA ADMINISTRATIVA

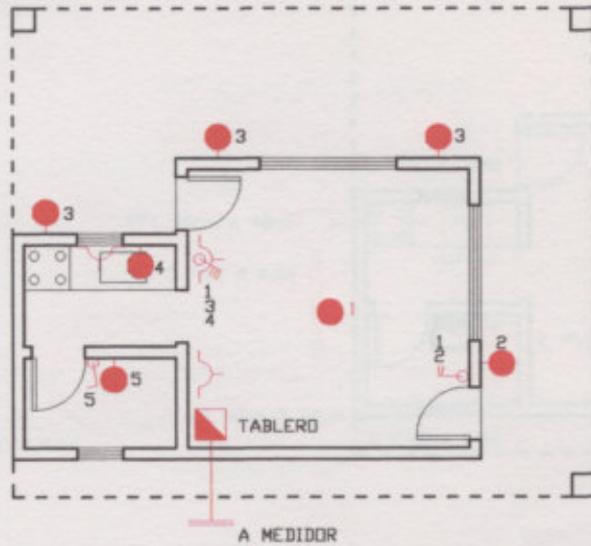
FECHA:

APROBADO

REVISADO

DIBUJADO

PLANO 1
6



INSTALACION ELECTRICA ESC. 1:100

SIMBOLOGIA

-  PORTALAMPARA DE PARED
-  PORTALAMPARA
-  TOMACORRIENTE
-  LLAVE DE UNO, DOS Y TRES PUNTOS
-  TABLERO



UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

DISPOCICION FINAL

ESCALA:
1:100

TITULO:
INSTALACIONES: ELECTRICA
OFICINA ADMINISTRATIVA

FECHA:

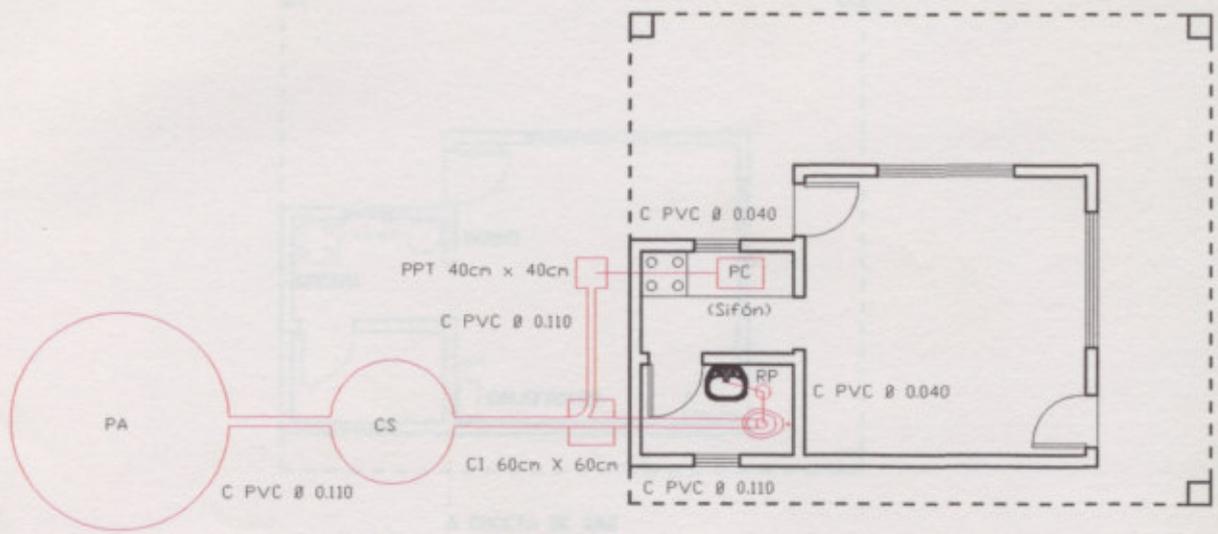
APROBADO

REVISADO

DIBUJADO

PLANO 1

7



INSTALACION DE GAS
ESC. 1:100

**INSTALACION SANITARIA
ESC. 1:100**



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

DISPOCICION FINAL

ESCALA:
1:100

TITULO:
**INSTALACIONES: SANITARIA
OFICINA ADMINISTRATIVA**

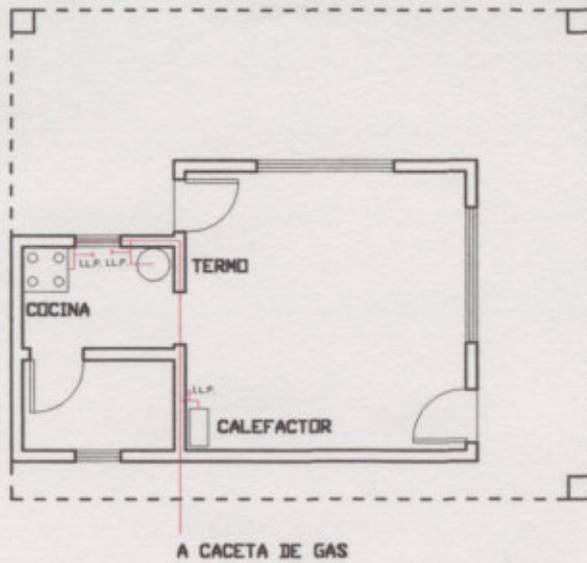
FECHA:

APROBADO

REVISADO

DIBUJADO

PLANO:
8



INSTALACION DE GAS
ESC. 1:100



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

DISPOCICION FINAL

ESCALA:
1:100

TITULO:
INSTALACIONES: GAS
OFICINA ADMINISTRATIVA

FECHA:

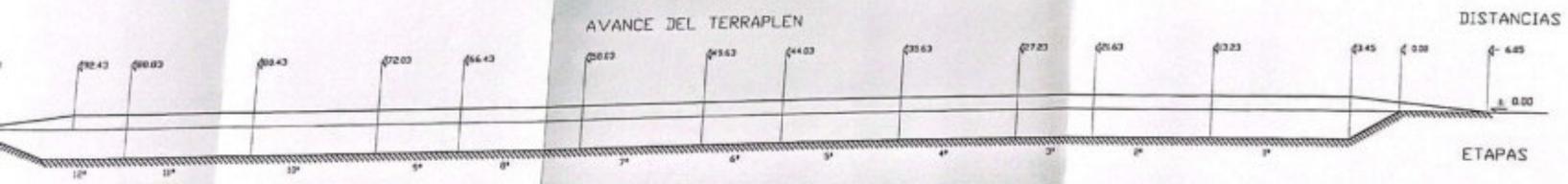
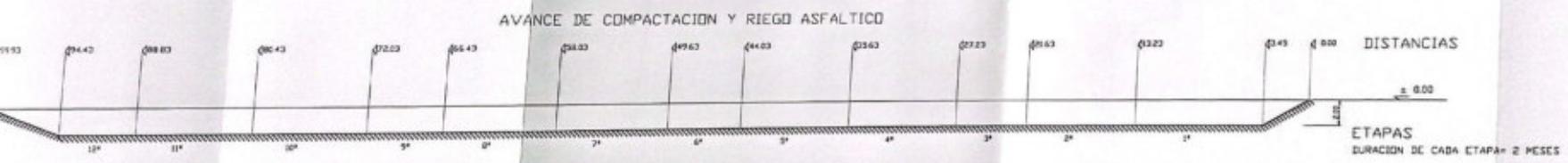
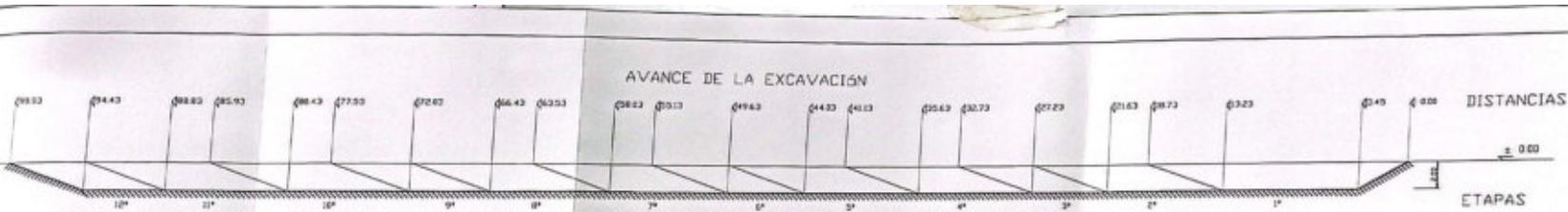
APROBADO

REVISADO

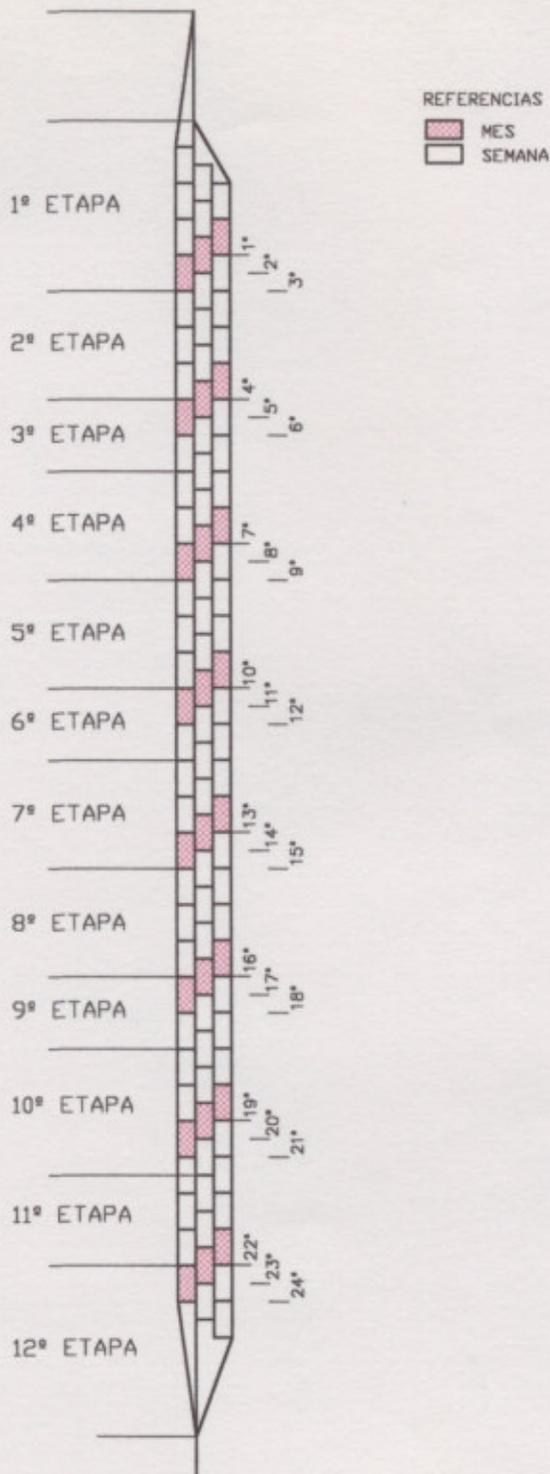
DIBUJADO

PLANO :

9



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO			
ESCALA: 1:50		DISPOSICION FINAL	
FECHA:		TITULO	
		MOVIMIENTO DE SUELOS	
APROBADO	REVISADO	DIBUJADO	PLANO N° 10



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
 FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

DISPOSICION FINAL

ESCALA:
 1:100

TITULO:
 AVANCE DE TAPADA

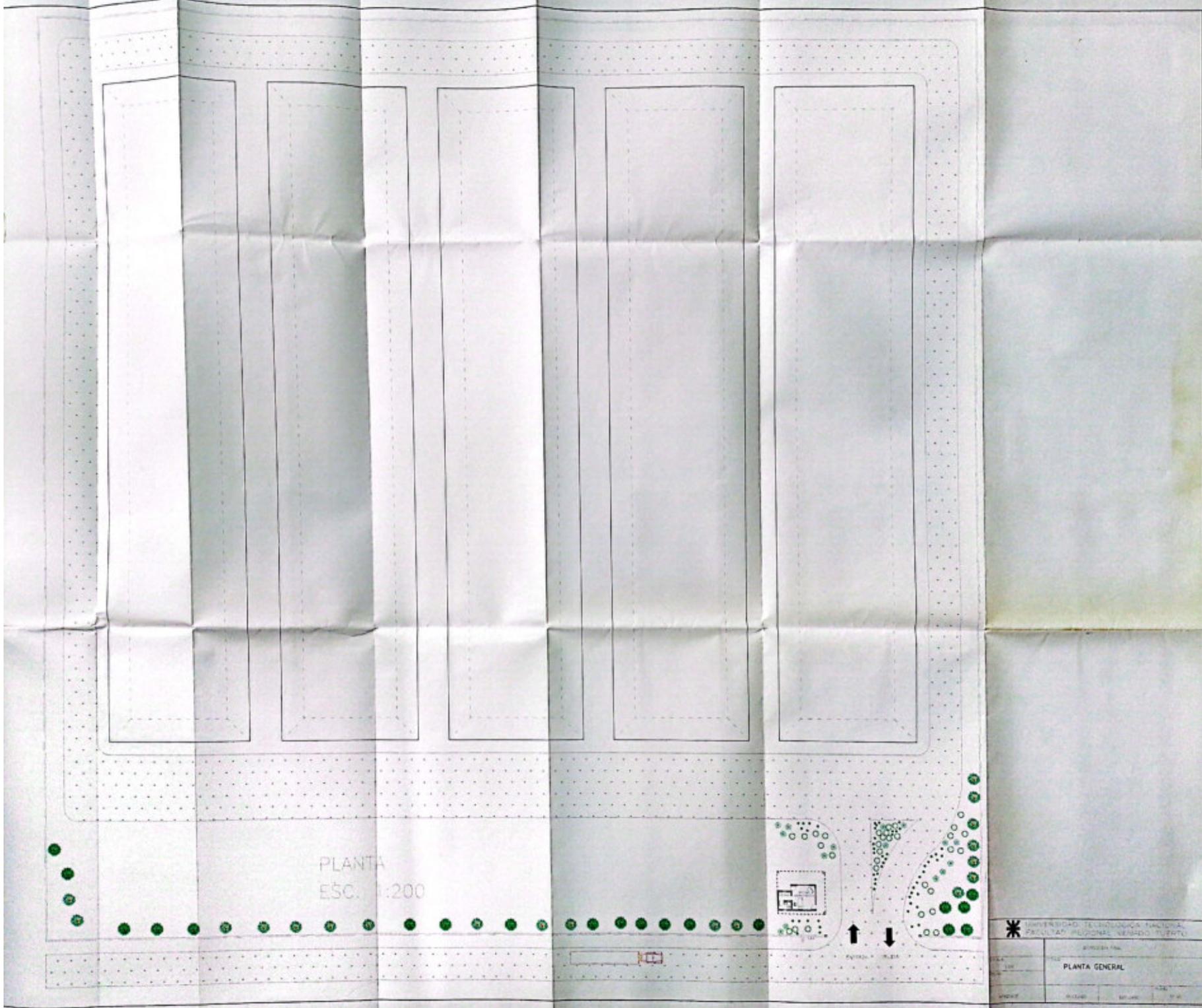
FECHA:

APROBADO

REVISADO

DIBUJADO

PLANO Nº:
 11





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto

FINAL

**TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN
FINAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LA EMPRESA
SICAMAR METALES**

PROYECTO

TEMA:

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

COORDINADOR:

ING. JULIO SALVAY

DIRECTOR:

ING. ALBERTO ARMAS

ALUMNO:

CRISTIÁN PALACIOS

INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL VENADO TUERTO

PROYECTO INTEGRADOR FINAL: TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES DE LA EMPRESA SICAMAR METALES

ALUMNO: PALACIOS CRISTIÁN

DIRECTOR: ING. ALBERTO ARMAS

XIV- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ◆ Gestión Integral de Residuos Sólidos - Tchobanoglous, Theisen, Vigil
- ◆ Guía para el Diseño de Rellenos de Seguridad en América Latina – CEPIS Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria
- ◆ Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica – Terzaghi Peck
- ◆ Reglamento de la ley N° 11717 de la Provincia de Santa Fe
- ◆ Revista Vivienda



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Venado Tuerto

FINAL

PROYECTO

TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN
FINAL DE LOS RESIDUOS
SÓLIDOS DE LA EMPRESA
SICAMAR METALES

TEMA: AGRADECIMIENTO

COORDINADOR:

ING. JULIO SALVAY

DIRECTOR:

ING. ALBERTO ARMAS

ALUMNO:

CRISTIÁN PALACIOS

INGENIERÍA CIVIL
AÑO 2003



XV- AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las personas que siempre estuvieron a mi lado, alentándome a lo largo de mi carrera, a todos mis amigos que no dudaron nunca en brindarme una mano.

Le estaré siempre agradecido al Ing. Alberto Armas por el tiempo y la paciencia brindada.

A mis compañeros y amigos Pablo Durand, Fernando Durand, Cristian Peralta, Juan José Rodríguez, Mauricio Ronco y a Tania Borsato por su aguante.

Debo reconocer la amabilidad y la predisposición de la empresa SICAMAR METALES en la persona del Ing. Luis Fenoglio, que me brindó su valioso tiempo.

Agradezco también al Ing. Oscar Braun y a los chicos del CIDECA, a Gabriela Martín, a la empresa Insumos Viales S.A. al Ing. Urbina.

Y por su puesto, a mi familia, mi viejo José, mi hermana Carolina, y especialmente a mi vieja Hermelinda.

A todos ellos muchas gracias.

CRISTIÁN.