

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA HIDRAULICA  
X CONGRESO NACIONAL

ESTUDIO DE REVESTIMIENTOS ASFALTICOS  
EN PEQUEÑOS CANALES DE REGADIO

Juan Alberto González Ortega (1)

R E S U M E N

El presente trabajo, es un estudio en terreno de tres soluciones de revestimientos para pequeños canales de regadío, las cuales incorporan el uso de elementos asfálticos combinados con otros tales como: pircas de piedras, mallas de alambre, geotextiles y otros. Los resultados obtenidos indican que es factible incorporar estas soluciones al mediano plazo, previo seguimiento sistemático a efectuar en estudios posteriores.

Algunas de las ventajas más relevantes que se derivarían del uso de las soluciones presentadas para una sección tipo, son:

- Rendimientos : > 50 [ml/día]
- Costos : < 3.500 [\$/m<sup>2</sup>] o 4.300 [\$/ml]
- Permeabilidades : Prácticamente nulas
- Resistencias a T : Rango de aplicación 0 °C a 40 °C
- Resistencia estructural :  $\sigma_t \approx 8$  [kg/cm<sup>2</sup>]

(1) Ingeniero Civil, DIRECCION DE RIEGO, MOP. Asesor Técnico JUNDEP RIEGO. Académico jornada parcial DPTO. ING. CIVIL U. DE CHILE.

## Introducción:

Las Organizaciones no Gubernamentales (ONG), y en especial JUNDEP, han orientado esfuerzos al sector agrícola, yendo en apoyo de pequeñas comunidades rurales. Esta empresa ha debido desarrollar soluciones no tradicionales de diseño, buscando costos mínimos de construcción para poder satisfacer la necesidades de un sector agrícola de reducidos medios económicos.

En orden a lo anterior, es que se efectuó el presente trabajo experimental, entre JUNDEP RIEGO y ASFALTOS CHILE S.A., a través de su filial de desarrollo técnico, TEPCIM.

Se hace necesario destacar el hecho que dos empresas de tan diversas características, hayan podido conciliar objetivos propios para efectuar este estudio.

## ESTUDIO DE REVESTIMIENTOS ASFALTICOS EN PEQUEÑOS CANALES DE REGADIOS

### 1.- ANTECEDENTES GENERALES

Bajo la premisa que revestir un canal de regadío completamente de hormigón in situ, hoy en día es casi un lujo, el ingeniero proyectista ha intentado encontrar diversos materiales alternativos de revestimiento, tales como: albañilería de piedra, de ladrillo, de bloques de cementos, etc.

En general, al cabo de un tiempo de explotación los canales sin revestir sufren problemas derivados de la inadecuada mantención, lo que se traduce en desboques, embanques, desprendimientos de taludes, ataques por roedores, encostramientos (producto de la calidad de las aguas) y otros.

Algunas de las ventajas de revestir un canal de regadío son: mayor seguridad de riego, mayor velocidad de distribución, mínimas

variaciones de la sección en el tiempo, menores costos de mantención y otras.

### 2.- ANTECEDENTES DE DISEÑO Y CONSTRUCCION

La elección del tipo de revestimiento, depende de una gran cantidad de variables de orden técnico-económicas. A continuación se detallan algunas de éstas.

#### 2.1 Propiedades del suelo.

La conveniencia del conocimiento del suelo a lo largo del trazado y su periferia da información sobre la posibilidad de usar el material contenido en éste, como parte del material de revestimiento.

Otro aspecto ligado al tipo de suelo en combinación con la humedad, es la vegetación. En algunos casos este factor es tan severo, que condiciona a un tratamiento esterilizador del terreno de fundación.

Se han encontrado buenos resultados mediante el uso de Clorato Sódico en solución acuosa al 5%, a razón de 2 [lt/m<sup>2</sup>]. La aplicación de Bórax y/o ácido Bórico presenta resultados análogos. El Bureau of Reclamation recomienda el uso de Poliborclorato en solución acuosa, aplicado en forma pulverizada sobre el terreno de fundación, antes de conformar los revestimientos. Se recomienda 270 [gr/m<sup>2</sup>].

#### 2.2 Topografía.

El conocimiento adecuado de la topografía del sector, ayuda a definir las posibles alternativas de revestimiento. Para el caso de canales existentes factibles de ser revestidos, la topografía juega un rol preponderante, sobre todo en la caracterización de las secciones representativas, las que se han modificado con el paso del tiempo, no existiendo correspondencia con las secciones del diseño original.

### 2.3 Nivel de aguas subterráneas.

El conocimiento de las variaciones que pudiera presentar el nivel de aguas subterráneas a través del tiempo, es otro factor a considerar en la definición del revestimiento, sobrepresiones en contratalud y subpresiones en el radier podrían eventualmente comprometer hasta el nivel de falla a dichas estructuras.

### 2.4 Suministro de Material y Transporte.

Sin duda estas dos variables son de gran importancia, ya que están íntimamente relacionadas con el precio final que se tendrá por metro lineal de canal. En general, los canales de riego son de carácter rural, debido a esto el precio del transporte en conjunto a las disponibilidades de materiales condicionará a la solución técnica que se adopte definitivamente.

### 2.5 Mano de Obra.

La disponibilidad y calificación de la mano de obra en la colocación de revestimientos, es una variable fundamental por conocer. Generalmente el rendimiento de la obra queda supeditado a la colocación del material adoptado. Se cita el caso de un canal en la periferia de Calama (II Región del país), el cual se comenzó a revestir en albañilería de piedra. La mano de obra en dicha región debido al desarrollo minero, es esencialmente escasa e inestable. La no consideración de esta variable, determinó debido a los rendimientos obtenidos en terreno, que el propio ejecutante a su costo, propusiera efectuar los revestimientos enteramente de hormigón. De no haber hecho esto habría terminado en un tiempo 3 veces mayor del estimado.

### 2.6 Vandalismo.

Otra de las variables por considerar en la definición del tipo de revestimiento a usar, es el vandalismo. Materiales de bajo costo con interesantes propiedades para ser usados en revestimientos, han tenido que ser desechados en diseños posteriores. Lo anterior, debido a la acción vandálica de entes ajenos, e incluso involucrados en los beneficios directos de los canales afectados.

## 3.- ESTUDIO REALIZADO.

### 3.1 Objetivo del Estudio.

El objetivo del presente estudio fue experimentar en terreno, un conjunto de soluciones técnicas de bajo costo, asociadas al uso de elementos asfálticos en revestimientos de pequeños canales de riego. La idea central, fue el obtener del propio terreno mediante experiencias de prueba, algunas de las variables relevantes en el diseño y construcción de revestimientos asfálticos. Junto a ello, se obtendría la información necesaria para la identificación y virtual desarrollo de productos asfálticos más adecuados para estos fines.

Este estudio surgió ante la necesidad real de implementar una solución a corto plazo, en un canal rural perteneciente a una comunidad agrícola en la IV región. De los resultados derivados de la experimentación, se decidiría la implementación de alguna de las alternativas estudiadas.

Sin duda, el seguimiento de canales completamente revestidos durante un período de tiempo adecuado, es la única forma de poder observar las verdaderas ventajas derivadas de este tipo de soluciones técnicas.

### 3.2 Antecedentes de Estudios similares.

En general, la bibliografía existente sobre revestimientos de esta naturaleza es escasa. Por otra parte los estudios y seguimientos efectuados de revestimientos asfálticos en obras hidráulicas, se han orientado a las grandes obras, donde las condiciones de diseño y construcción difieren notablemente a las condiciones de pequeñas obras.

La FAO entrega algunos antecedentes, respecto a revestimientos asfálticos de pequeños canales y acequias. Estos son de mucha utilidad para el proyectista. Sin embargo, tal información excluye datos tales como: la caracterización climática de la zona, costos

de colocación, rendimientos, características estructurales, etc. Por todo lo anterior, se hace difícil su incorporación.

**3.3 Descripción del Estudio.** Básicamente el estudio consistió en materializar 3 soluciones técnicas de revestimientos, mediante el uso de elementos asfálticos en un canal que se encuentra en la localidad de Canela Baja (IV Región). Dichas alternativas técnicas fueron desarrolladas en un tramo discreto de canal (200 [ml]), habilitado para estos fines.

Desde el comienzo de las labores de terreno se deberían observar: detalles constructivos, rendimientos de colocación, comportamientos hidráulicos y estructurales de los materiales, resistencias a las temperaturas extremas y otros datos de interés.

Por otra parte, para cada alternativa del estudio se contempló un ataque con agua en presión, simulando condiciones climáticas adversas por presentarse en el futuro. Se debería observar principalmente la respuesta estructural de cada solución.

El estado de las secciones era el principal problema que presentaba el canal. La inadecuada mantención junto a la falta de precipitación en la zona, habían deteriorado severamente la cuneta original. Lo anterior se traducía en secciones desbocadas con alto porcentaje de maleza y material del lecho completamente meteorizado.

Por todo lo anterior, fue necesario disponer de una adecuada limpieza en los tramos de canal por revestir. Una vez logradas las condiciones propicias para el estudio, se trasladó el equipo técnico (JUNDEP - TEPCIM), para efectuar los ensayos durante una semana.

Cabe señalar, que los elementos asfálticos por emplear, habían sido sometidos con anterioridad a diversos ensayos en los laboratorios de TEPCIM.

### 3.4 Antecedentes relativos los asfaltos.

#### 3.4.1 Generalidades.

El Asfalto es un material aglomerante de consistencia variable, de color negro o café oscuro, cuyo constituyente predominante es el bitumen. Puede encontrarse en yacimientos naturales o ser obtenido como derivado de la refinación del petróleo.

De acuerdo a su aplicación, los asfaltos se pueden clasificar en dos grupos:

a) Asfaltos para pavimentos.

b) Asfaltos industriales o modificados.

#### 3.4.2 Asfaltos utilizados en el Estudio.

- Mástic Asfáltico : Compuesto formulado en base a asfaltos de alto punto de ablandamiento ( $T > 100$  °C).

- Asfalto 85/100 : Asfalto con punto de ablandamiento de  $T = 46$  °C.

- Imprimante MC-30 : Compuesto asfáltico diluido en solventes de petróleo.

- Asfalto elastomérico : Compuesto formulado en base a asfalto, aceites y polímeros de estireno-butadiéno.

#### 3.4.3 Ensayos de Laboratorio.

Todos los materiales asfálticos fueron ensayados en laboratorio, según las normas ASTM, para bitúmenes de petróleo. Los resultados obtenidos se entregan a continuación:

Tabla N° 1 RESUMEN ENSAYOS ASTM

Característica ensayada	Mástic	85/100	A.Elast.
Punto de ablandamiento [cm]	104	46	90
Penetración (1/10 mm)	3	88	50
Ductilidad [cm]	-	150	100
Contenido de cenizas [%]	35	<1	30
Flujo 5 hrs, 72 [°C], vertical	no fluye	fluye	no fluye

Por otra parte, con el objeto de obtener información sobre las permeabilidades factibles de conseguir en terreno se efectuaron las siguientes pruebas, en un tramo discreto de un canal de madera según las figuras A y B (anexo figuras), se materializaron las alternativas en estudio y durante una semana se les aplicó:

a) Presión de 1 mca y b) Lluvia permanente de agua. Las infiltraciones serían recogidas por un plástico, el cual convergía a un recipiente. Los resultados obtenidos, indicaron permeabilidad nula para todas las alternativas en estudio. Con este antecedente, se esperaba materializar los revestimientos en terreno, sin variación de esta propiedad.

### 3.5 Experimentación.

#### 3.5.1 Alternativas experimentadas.

Alternativa N°1: (Lámina Asfáltica "in situ").

El revestimiento se materializó, según se observa en la figura N°1 (anexo figuras); e incluyó los siguientes materiales:

- Imprimación de la sección, con MC 30 (1)
- 1° riego de asfalto tipo mástic (2)
- 2° riego de asfalto tipo mástic (3)

Dadas las características del canal descritas en el punto 3.3, se procedió a efectuar una acabada limpieza junto con el peinado de los taludes, removiendo todo el material suelto, hasta lograr una superficie limpia y estable. Enseguida se aplicó imprimante asfáltico MC-30 en toda la superficie a revestir.

El imprimante es un producto en base a asfalto y solventes que tiene como objetivo el proporcionar una superficie adherente para el revestimiento posterior. El imprimante penetra algunos centímetros en el suelo natural, aglomerando las partículas del terreno, con lo cual forma una costra estable sobre la que se aplica el mástic de impermeabilización.

Una vez seca la imprimación, se aplicó sobre ella dos manos de mástic asfáltico de un espesor de 5 mm aprox., con un equipo de aspersión, especialmente diseñado para este fin. El mástic utilizado fue formulado en base a un asfalto de alto punto de ablandamiento con rellenos minerales inertes.

Alternativa N°2 (Lámina asfáltica "in situ", con geotextil)

El revestimiento se materializó, según se observa en la figura N°2 (anexo figuras); e incluyó los siguientes materiales:

- Imprimación de la sección, con MC 30 (1)
- 1° riego de cemento asfáltico 85/100 (2)
- Colocación de geotextil de refuerzo (3)
- 2° riego de cemento asfáltico 85/100 (4)
- Arena al boleó (5)

Se efectuó una imprimación igual al caso anterior. Sobre ésta se aplicó por aspersión un cemento asfáltico de bajo punto de ablandamiento. Sobre este estrato se colocó una membrana de geotextil con poliéster no tejido, la cual fue saturada y totalmente cubierta por un segundo riego de asfalto blando, obteniéndose un espesor de 3 a 4 mm. Finalmente se recubrió toda la superficie con arena al boleó como protección.

Alternativa N°3 (Pirca de piedra con sello asfáltico elastomérico).

El revestimiento se materializó según se observa en la figura N°3 (anexo figuras), e incluyó los siguientes materiales:

- Imprimación de la sección, con MC 30 (1)
- Construcción pirca, con material del sector. (2)
- Imprimación pirca, con MC 30 (3)
- Colocación malla hexagonal de gallinero. (4)
- Sello con asfalto elastomérico. (5)

Esta alternativa surge de la aptitud que tendrían los lugareños del sector para su construcción, junto con la disponibilidad del material utilizado.

Se materializó una pirca de piedras en el interior del canal, la cual fue reforzada estructuralmente con una malla de tipo gallinero. Esta a su vez permitió una mejor adherencia del sello asfáltico elastomérico utilizado como impermeabilizante. Con la incorporación de los elastómeros se permite aumentar el rango de resistencia a las temperaturas extremas, evitando fluencias y fisuras por contracción.

### 3.6 Análisis de los resultados obtenidos.

#### 3.6.1 Generalidades.

Los asfaltos del tipo mástico, de alto punto de ablandamiento resultaron satisfactorios con respecto a la exposición de los revestimientos a altas temperaturas. Sin embargo, al quedar expuestos a bajas temperaturas éstos se tornaron frágiles, produciéndose agrietamientos superficiales lo que aumentó con la presencia de solicitaciones de servicio (pisoteo). (Alt. N°1).

Por otra parte, los cementos asfálticos del tipo 85/100, resultaron satisfactorios a bajas temperaturas; pero para el caso de altas temperaturas existieron problemas de fluencias, salvo en el caso de que éstos estuvieran cubiertos. Cabe mencionar que la arena al boleado, resultó ser un método adecuado de protección. (Alternativa N° 2)

El uso de geotextil resultó ser un buen método para introducir resistencias mecánicas adicionales, logrando así evitar el avance de grietas superficiales al sustrato inferior. La incorporación de membranas sería también un método adecuado para los mismos fines, (Alt. N°2).

La construcción de pircas de piedras protegidas con una malla de gallinero, resultó ser el método más adecuado para las condiciones existentes, ya que fuera de proporcionar una superficie ideal para recibir el revestimiento asfáltico, logra desarrollar resistencias estructurales ventajosas. Se evitó también la penetración de

raíces, las que afectaron severamente a la alternativa N°1.

En general, según los ensayos de laboratorio y lo observado en terreno, todas las alternativas tendrían una permeabilidad prácticamente nula.

#### 3.6.2 Resultados al ataque con agua en presión.

Se estimó en forma simplificada que un buen método de poder simular el comportamiento de los revestimientos frente a condiciones climáticas adversas, sería el someterlos durante un cierto período de tiempo (1 hr), al ataque con agua en presión, sobre toda la sección involucrada. La única alternativa que resistió dicho ataque en buena forma fue la pirca de piedra con malla de refuerzo y revestimiento asfáltico. Lo anterior tiene especial importancia, debido a los altos rendimientos de colocación obtenidos en terreno y a los bajos costos constructivos.

Faltaría acotar que al cabo de un breve espacio de tiempo de terminado el estudio, en toda la IV Región se registró una alta precipitación, y la alternativa de empircado con asfalto resistió en óptima forma. Lo anterior vendría a corroborar algunas de las conclusiones derivadas de este estudio.

Según todo lo anterior, se analizó la alternativa de empircado revestido con más detalle. No obstante, el resto de las alternativas pueden seguir siendo abordadas en estudios posteriores.

#### 3.6.3 Análisis detallado para la alternativa N° 3.

Como ya se ha mencionado, la alternativa que mejor respondió a la metodología desarrollada en el presente estudio fue la de empircado revestido en asfalto, cuyos antecedentes técnicos y constructivos se analizan en detalle a continuación.

##### a) Resistencias a las temperaturas.

De los ensayos de laboratorio y las observaciones efectuadas en

terreno, se puede concluir que la inclusión de elastómeros a un mástico, permitiría implementar sin problemas este revestimiento en climas cuyas temperaturas extremas medias estén entre 0°C y 40°C.

#### b) Características hidráulicas.

Las variables hidráulicas de interés asociadas al estudio, son:

- **Permeabilidad:** Del estudio se concluye que la permeabilidad para efectos prácticos es nula.

- **Rugosidad:** La experiencia hace estimar que la rugosidad media, caracterizada a través del Coef. de Manning (n), se encontraría en un rango 0.018 - 0.022, disminuyendo o aumentando en función de la terminación superficial.

- **Velocidad máxima:** En base a las diversas pruebas efectuadas y atendiendo a los antecedentes bibliográficos, se puede inferir de manera conservadora que  $V_{m\acute{a}x} \leq 2.0$  [m/s].

Existen otras variables hidráulicas de interés, tales como  $\alpha$  y  $\beta$  coeficientes de Coriolis y Boussinesq, que estarían relacionados con las distribuciones de velocidad y presión del flujo, pero que para efectos de diseño se consideran constantes e iguales a 1.0.

#### c) Resistencia estructural.

La resistencia estructural, es un factor difícil de abordar en forma rigurosa debido principalmente a la intervención de diversos elementos en forma superpuesta. Una manera alternativa simplificada de evaluar resistencias, es a través de los esfuerzos que en la práctica fueron resistidos por la estructura. Según lo anterior, se tiene:

$E = [(\frac{1}{2} \cdot K_a \cdot h^2 \cdot (\delta + \delta_w)) + (\delta \cdot K_a \cdot 0.6 \cdot h)]$  (1);  $K_a \approx 0.5$ ;  $h=1$  (E:Empuje activo, en la sección más desfavorable,  $e=20$  cm;  $h \approx 1$  m;  $\delta \approx 1.8$  [T/m<sup>3</sup>];  $\delta_w=1$  [T/m<sup>3</sup>], taludes verticales y considerando sobrecarga  $0.6 \cdot h$ ).  $\implies E = 1.2$  [T/ml].

$$\sigma = M/W + N/\Omega \quad (2) ; M = 1/3 \cdot 0.7 + \frac{1}{4} \cdot 0.5 = 0.5 \quad [T \cdot m] \quad (3)$$

$$W = 1/6 \cdot b \cdot d^2 \approx 0.007 \quad (4) ; (\text{sup. sección homogénea}); N = \delta p \cdot h \cdot e \quad (5)$$

(pirca) = 0.42 [T];  $\Omega = 0.2$  [m<sup>2</sup>]; (b= 1 [m], d=20 cm,  $\delta p = 2.1$  [T/m<sup>3</sup>])

$\implies \sigma = 74$  [T/m<sup>2</sup>] o 7.4 [kg/cm<sup>2</sup>], este valor equivale, a la mitad de la resistencia a la tracción de un hormigón H20 ( $\sigma_h = 7\% \cdot R_{28} = 14$  [kg/cm<sup>2</sup>]).

Si se toma en cuenta que en la práctica los esfuerzos fueron resistidos, se podría inferir en forma conservadora, que existe involucrado un  $f_s \approx 15\%$   $\implies$

$$\sigma_{max} \approx 8 \quad [kg/cm^2]$$

#### d) Precio unitario y comparación otros.

Para 1 [m <sup>2</sup> ] se tiene: (Espesor medio 25 cm.)	Unid.	Precio [\$]	Cant	Total [\$]
- Asfalto MC 30	Lt	100	1.5	150
- Pirca, con material del sector.	m <sup>3</sup>	1500	0.1	150
- Malla hexagonal de gallinero.	m <sup>2</sup>	400	1.1	440
- Fijaciones metálicas	Kg	350	0.72	252
- Asfalto elastomérico.	Kg	250	6.0	1500
- Aspersor	hr	1000	0.164	164
- Tte.	%		10	266
- Herramientas	%		5	133
- Capataz	Di	3500	0.025	88
- Jornalero	Di	2100	0.080	168
- Leyes Sociales	%		70	180
			<b>Total [\$]</b>	<b>= 3.491</b>

Nota: Los precios refridos son de junio 1991, en la zona del estudio y no contemplan I.V.A.)

Tabla N°2 CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS (Según: 1.22 [m<sup>2</sup>/ml])

Tipo de revestimiento	[\$/m <sup>2</sup> ]	[\$/ml]	Vida Util esperada
Alt. N° 3	3.500	4.270	≥ 15 años
Alb. Piedra	8.900	10.860	30-40 años
Alb. Ladrillo	4.150	5.063	15-25 años

**d) Aspectos constructivos.**

La figura N° 4 es la base del detalle constructivo. Convendría mencionar que el radier contempla la malla pasada y los elementos asfálticos. Si se incorporan áridos en forma adicional se logra una excelente estructura. Para el caso de presencia de raíces agresivas se recomienda el método expuesto en 2.1.

**4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La conclusión más relevante del estudio es que se demuestra la factibilidad de incorporar el uso de elementos asfálticos, como una alternativa atractiva en el revestimiento de canales menores de regadío. De la alternativa estudiada en más profundidad (alt. N° 3), se derivó lo siguiente:

- Alto rendimiento:  $\geq 50$  [ml/día] ; para una sección  $1.22[m^2/ml]$
- Bajo costo:  $\leq 3500$  [\$/m<sup>2</sup>] o  $\leq 4.270$  [\$/ml]
- Resistencia a Temperaturas extremas entre 0°C y 40°C
- Resistencia estructural (tracción);  $\sigma_{\text{máx}} \approx 8$  [kg/cm<sup>2</sup>]
- Se reducen sobre-espesores y se evitan rellenos

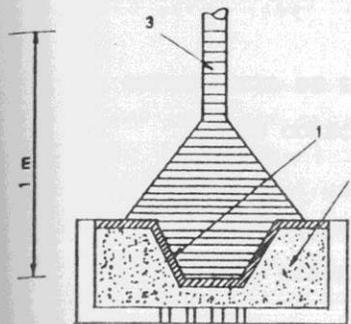
La recomendación directa derivada del estudio, es que atendiendo a las interesantes características de la alternativa N° 3, se hace necesario el continuar los estudios con el debido seguimiento sistemático de ésta a través del tiempo. No convendría descartar las otras alternativas estudiadas ya que todos los problemas que afectaron a éstas, pueden ser fácilmente corregidos.

**5.- BIBLIOGRAFIA.**

-THE ASPHALT INSTITUTE (1961). "ASPHALT IN HIDRAULICS STRUCTURES"; MANUAL SERIE N°12 (MS-12)  
 -COMISION PERMANENTE DEL ASFALTO (1962). "REVESTIMIENTO ASFALTICO EN CANALES DE SUECIA"; BOLETIN N°15.  
 -COMISION PERMANENTE DEL ASFALTO (1963). "EL ASFALTO EN OBRAS HIDRAULICAS"; BOLETIN N°16.  
 -BUREAU OF RECLAMATION (1963). "LINING FOR IRRIGATION CANALS"  
 -ZIMMERMAN J.D. (1972). "IRRIGATION"  
 -KRAATZ D.B. (1977). "REVESTIMIENTO DE CANALES DE RIEGO"; COLECCION FAO.  
 -THE ASPHALT INSTITUTE (1986). "INTRODUCTION TO ASPHALT"; (MS-5)

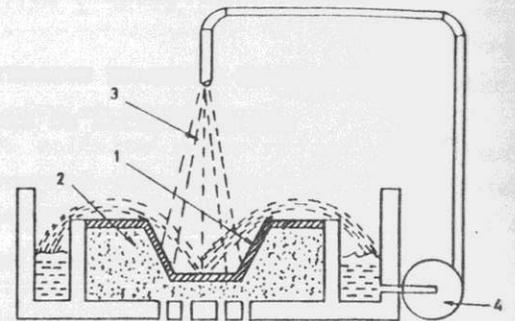
**ANEXO FIGURAS**

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD N°1**



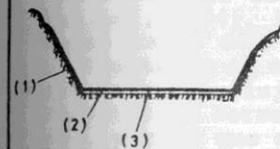
- 1) Revestimiento
- 2) Base porosa de arena
- 3) Columna de agua

**PRUEBA DE PERMEABILIDAD N°2**

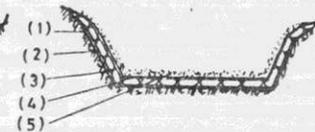


- 1) Revestimiento
- 2) Base porosa de arena
- 3) Chorro de agua a presión
- 4) Bomba

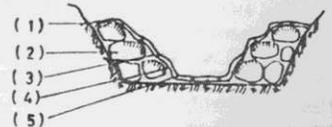
**ALTERNATIVA N°1  
FIG N°1**



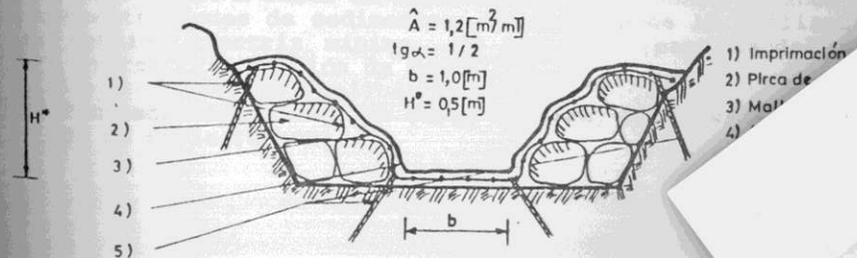
**ALTERNATIVA N°2  
FIG. N°2**



**ALTERNATIVA N°3  
FIG. N°3**



**(ALTERNATIVA N°3)  
FIG. N°4  
DETALLE  
SECCION TIPO (EJEMPLO)**



- 1) Imprimación
- 2) Pirca de
- 3) Malla
- 4)