

6452.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA - ICA

PROGRAMA DE GRADUADOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

" DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO POR MELGAS
EN CURVAS DE NIVEL PARA PASTOS "

TRABAJO ESPECIAL

MAURO R. PALACIO S.

C O N T E N I D O

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Historia del Proyecto

1.2. Descripción del Sistema Propuesto

2. MEMORIA DE DISEÑO

2.1. Descripción del Area

2.1.1. Extensión

2.1.2. Localización

2.1.3. Vías de Acceso

2.1.4. Uso Actual de la Tierra

2.1.5. Obras de Riego y Drenaje Existentes —

2.1.6. Topografía

2.1.7. Clima

2.1.8. Suelos

2.2. Parámetros de Diseño

2.2.1. Período de Riego

2.2.2. Cultivo

2.2.3. Profundidad Radicular

2.2.4. Evaporación

2.2.5. Uso Consuntivo

2.2.6. Retención de Humedad del Suelo

2.2.7. Retención de Infiltración Actual

2.2.8. Retención de Infiltración Instantánea

2.2.9. Infiltración Básica

2.3. Cálculo de la Capacidad del Sistema de Riego

2.3.1. Lámina Neta a aplicar

2.3.2. Eficiencia de Aplicación

2.3.3. Lámina Bruta de Riego

2.3.4. Frecuencia de Riego

2.3.5. Tiempo de Riego

2.3.6. Unidades de Riego

2.3.7. Área Total a Regar

2.3.8. Área de Riego Simultáneo

2.3.9. Capacidad de la Toma

2.3.10. Capacidad de la Toma para inundación de la Selga

2.3.11. Capacidad de la Toma para Diseño

2.3.12. Caudal de Diseño para cada Unidad de Riego

2.3.13. Capacidad Total por Unidad de Riego

2.4. Diseño de Laterales

2.4.1. Laterales en la Unidad de Riego 1

2.4.2. Laterales en la Unidad de Riego 2

2.4.3. Laterales en la Unidad de Riego 3

2.4.4. Laterales en la Unidad de Riego 4

2.5. Estructuras

2.5.1. Estructuras de Derivación

2.5.2. Cajas de Distribución

2.5.3. Alcantarillas

2.6. Operación y Conservación del Sistema

2.6.1. Derivación y Aforo del Caudal

2.6.2. Aplicación de Riego a las Melgas

2.6.3. Conservación del Sistema

3. PLANO GENERAL

4. CANALES DE RIEGO Y DRENAJE EN PLANTA Y PERFIL

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Historia del Proyecto

El C.H.I.A. Turipani está situado a 13 kms. de Montería, por la vía Montería-Carattí, se encuentra ubicado dentro del área correspondiente a la primera etapa de desarrollo del Proyecto Córdoba No.2, cuenta con una extensión de 1473 Has., de las cuales aproximadamente 1200 Has. se encuentran dedicadas a pastoreo para los programas de investigación en lechería y ganado de carne.

No obstante que el Centro se encuentra dentro de un distrito de riego y por lo tanto dispone de una red de canales de riego y drenaje en las áreas con cultivo de pastos, durante la época de verano se presenta una grave escasez de pastos como consecuencia de un déficit de humedad en el suelo debido a que no se utiliza el agua de riego. La causa por la cual no se utiliza el riego es la falta del sistema de riego a nivel predial ya que en los campos próximos a los canales de riego, aunque existen estructuras de derivación, no hay sistemas para manejar el agua dentro del predio.

Ante las graves consecuencias de la escasez de forrajes y considerando además que hay una gran inversión en las obras de infraestructura del distrito de riego, ubicadas dentro del Centro, se considera que la solución más conveniente para resolver este problema es hacer uso del agua de riego con el fin de incrementar la productividad de las praderas en la época de verano y a la vez, dar utilización a varias obras del distrito las cuales han permanecido sin uso desde su construcción.

Entre las áreas del Centro dedicadas a la ganadería y por las cuales cruzan canales de riego, está el predio La Pozona, en el cual se encuentra el canal de riego E, el canal de drenaje Z y además hay 3 canales de drenaje próximos al lote, los cuales desembocan en el dren principal Q. Este lote tiene un alto porcentaje de suelos, que ocupan una posición baja, correspondientes a la antigua ciénaga La Pozona, los cuales son aptos para el cultivo de pasto.

Para iniciar la utilización del riego en praderas se ha considerado como prioridad al lote La Pozona, debido a las ventajas que ofrece en relación a las obras de infraestructura que tiene y además por ser un área que actualmente se encuentra mal explotada a causa de no existir el sistema de riego y drenaje a nivel predial, lo cual ha traído como consecuencia, además de la escasez de pastos, la invasión del predio por parte de parceleros que lo reclaman por encontrarse mal explotado. Con la adecuación del lote La Pozona se considera además que el IC^a puede emprender una buena labor en la modalidad de riego en praderas, práctica no conocida dentro del distrito de riego.

El objeto de este estudio es diseñar el sistema de riego y drenaje a nivel predial. el método de riego propuesto es el de melgas en curvas de nivel.

1.2 Descripción del sistema propuesto

El método de riego por melgas en curvas de nivel es un método de riego por superficie, el cual consiste en dividir el agua a melgas formadas por diques o caballones construídos siguiendo curvas de nivel en

tal forma que se facilite el almacenamiento de agua sobre la superficie del suelo. El agua se aplica a las melgas en proporción mucho mayor que la capacidad de absorción del suelo, para que esto permita su rápida inundación. Una vez inundada la melga, se continúa aplicando agua en cantidad suficiente para sustituir la que se pierde por evapotranspiración por infiltración profunda y por absorción de los caballones.

El agua se deja sobre la melga hasta cuando ha penetrado en el suelo la lámina neta precalculada y luego se efectúa la evacuación del agua sobrante por gravedad y se emplea para la inundación de otra melga similar, ubicada a un nivel más bajo.

Este método de riego es apto para el cultivo de arroz y además para pastos, cereales y algunos cultivos en surco que permitan la inundación temporal sin sufrir daño. El método es adecuado para suelos de textura medía a fina con una capacidad disponible en retención de agua que no sea inferior a 1.25 pulgadas por pie (3 10.4 cms. por metro), ni inferior a 2.5 pulgadas (6.35 cms.) para la profundidad de la zona radicular del cultivo que se está regando.

Las principales ventajas que presenta este método de riego son:

1. Permite el riego de suelos con baja capacidad de absorción que son difíciles de regar empleando otros procedimientos.
2. Se puede lograr una distribución uniforme del agua y una adecuada eficiencia de aplicación.
3. Como el sistema elimina de por sí el agua sobrante, de lluvia o de riego, se puede disponer el arreglo adecuado con poco gasto extra.

4. Los costos de instalación dependen del terreno. En los lugares donde el volumen unitario de nivelación es moderado, los costos de instalación son bajos en comparación con los de la mayoría de los demás métodos.
5. El empleo de estructuras sencillas permite el manejo de grandes cantidades de agua con un mínimo de mano de obra.

El cultivo seleccionado para este plan es el pasto Parí (Brachiaris Mutica) el cual se produce muy bien en suelos húmedos y presenta los mejores rendimientos en áreas sujetas a inundaciones.

La consideración de las condiciones y ventajas del método de riego por melgas en curvas de nivel, en relación con las características del área en cuestión, permite suponer que para el cultivo seleccionado, se puede esperar resultados muy satisfactorios con la implantación y el buen manejo de este sistema en el lote La Pozona.

El terraplén del canal de riego, el terraplén central y el marginal mencionados dividen el área irrigable en cuatro zonas, tres de las cuales corresponden a las tres estructuras de derivación descritas.

El canal de riego presenta sedimentos y daños en sus bermas, debido al pisoteo del ganado, lo cual hace necesaria su rehabilitación para ponerlo en servicio.

El desfoque final del canal de riego desemboca en el canal de drenaje R, el cual pasa por el límite occidental del lote y desemboca en el dren principal Q. En el límite sur del lote se inician tres canales de drenaje que sirven la parcelación de INCORA y desembocan en el dren principal Q; estos canales tienen profundidad y capacidad suficiente para evacuar las aguas de drenaje de 64 Has. del lote La Pozona.

2.1.6 Topografía

El área irrigable ocupa una posición baja, se caracteriza por pendientes entre 0 y 1% con depresiones naturales y además presenta depresiones formadas por zonas de préstamo de la construcción de terraplenes para el canal de riego y los carrateables.

2.1.7 Clima

En la región ocurren dos épocas, una de verano correspondiente a los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, y otra lluviosa de abril a diciembre, pudiéndose considerar estos dos meses como de transición, para efectos de iniciación y terminación de los períodos lluviosos y secos. La precipitación anual fluctúa entre 1000 y 2000 m.m. En la época de se-

quía, la precipitación mensual tiene un mínimo de 36.9 m.m. y un máximo de 10.4 m.m.; y es cuando se hace necesario el riego para los cultivos; en cambio, durante el tiempo de lluvias la precipitación mensual máxima es de 169.1 m.m. y la mínima de 81.8 m.m. La temperatura media anual aproximada es de 28° C y mínimo de 25° C. La humedad relativa es en promedio 60%.

2.1.8 Suelos

La mayor extensión del área irrigable tiene suelos correspondientes a la serie La Pozona, los cuales se caracterizan por tener una apreciación textural pesada y una capa superficial (0-20 cm.) de textura fina, el resto del perfil presenta horizontes de texturas finas, generalmente arcillosas muy finas o arcillosas finas, e intercalados horizontes de textura arcillo-limosa. La serie ocupa una posición de bajos y corresponde principalmente a áreas de la antigua ciénega La Pozona, actualmente desecada mediante las obras de adecuación de tierras.

2.2 Parámetros de diseño

2.2.1 Período de riego

120 días, diciembre 15 - abril 15.

2.2.2 Cultivo

Pasto Parí (Brachiaria Nutans)

2.2.3 Profundidad radicular

40 cms.

2.2.4 Promedio de la máxima evaporación diaria durante el período de riego, registrada en la estación meteorológica Turipani:

$$EV = 6.5 \text{ m.m./día}$$

2.2.5 Mximo uso consuntivo diario esperado durante el período de riego, estimado con base en la máxima evaporación diaria, mediante la fórmula:

$$U.C. = 0.75 \text{ EV} \cdot K_c \cdot K_s \cdot K_n$$

U.C. = Uso consuntivo diario, mm/día

K_c = Subcoeficiente del cultivo, $K_c = 1.0$

K_s = Subcoeficiente del suelo, $K_s = 1.0$

(suelo sin limitaciones para el crecimiento de las raíces).

K_n = Subcoeficiente del nivel de humedad en el suelo, $K_n = 1$
(evapotranspiración)

$$U.C. = 0.75 \times 6.5 \text{ mm/día} \times 1 = 4.87 \text{ mm/día}$$

2.2.6 Retención de humedad y densidad aparente del suelo a varias profundidades en la zona radicular:

Profundidad	Capacidad de campo C.C.%	Punto de marchitez permanente	Densidad aparente D.A.
0 - 20 cm.	55.51	49.62	1.05
20 - 35 cm.	55.75	50.02	1.06
35 - 40 cm.	55.52	49.73	1.41

2.2.7 Ecuación de Infiltración Scanziani:

$$f = 0.72 t^{0.32}, \quad f \text{ (cm.)} \quad t \text{ (min.)}$$

2.2.8 Ecuación de Infiltración Instantánea:

$$I = 14.05 t^{-0.68} , I \text{ (C m/hr)} , t \text{ (min)}$$

2.2.9 Infiltración básica:

$$I_b = 0.22 \text{ cm/hr}$$

2.3 Cálculo de la capacidad del sistema de riego

2.3.1 Lámina neta a aplicar

$$L_n, \text{ (cm)}$$

$$L_n = \frac{P.A./100 (C.C. - P.M.) \times D_r \times D.A.}{100}$$

P.A. : Porcentaje de agotamiento de humedad permisible,

$$P.A. = 50$$

C.C. : Capacidad de campo, %

P.M. : Punto de marchitez permanente, %

D_r : Profundidad radicular, cm.

D.A. : Densidad aparente

$$L_{n_{0-40}} = L_{n_{0-20}} + L_{n_{20-35}} + L_{n_{35-40}}$$

$$L_{n_{0-20}} = \frac{0.5 (59.51 - 49.62) \times 1.05 \times 20}{100} = 1.04 \text{ cm.}$$

$$L_{n_{0-20}} = 1.04 \text{ cm.}$$

$$L_{n_{20-35}} = \frac{0.5 (56.76 - 50.62) \times 1.05 \times 15}{100} = 0.64 \text{ cm.}$$

$$L_{n_{20-35}} = 0.64 \text{ cm.}$$

$$I_{n_{35-40}} = \frac{0.5 (53.53 - 43.73)}{100} = 1.41 \times 5 = 0.34 \text{ cm.}$$

$$I_{n_{35-40}} = 0.34 \text{ cm.}$$

$$I_{n_{0-40}} = 1.04 + 0.64 + 0.34 = 2.02 \text{ cm.}$$

2.3.2 Eficiencia de aplicación del riego

$$E_f = 70\% \text{ (estimada suponiendo un buen manejo del sistema)}$$

2.3.3 Lámina bruta de riego I_b , (cm)

$$I_b = \frac{I_n}{E_f/100}$$

$$I_b = \frac{2.02}{0.7} = 2.88 \text{ cm.}$$

$$I_b = 2.88 \text{ cm.}$$

2.3.4 Frecuencia de riego: F_r , (días)

$$F_r = \frac{I_n}{U.C.}$$

$$F_r = \frac{2.02}{0.48} = 4.19 \text{ días } \approx 4 \text{ días}$$

$$F_r = 4 \text{ días}$$

2.3.5 Tiempo de riego: T_r , (horas)

$$T_r = \frac{I_b}{I_s}$$

$$T_r = \frac{2.02}{0.22} = 9.18 \text{ horas } \approx 9 \text{ horas}$$

2.3.6 Unidades de riego, (has.)

Como el predio se encuentra físicamente dividido en cuatro áreas limitadas por terraplenes, para el diseño se consideraran separadamente cuatro unidades de riego:

Unidad 1 : 37 Has.

Unidad 2 : 27 Has.

Unidad 3 : 50 Has.

Unidad 4 : 28 Has.

2.3.7 Área total a regar: 142 Has.

2.3.8 Área de riego simultáneo, ARS , (Has/día)

$$ARS = \frac{\text{Superficie total a regar, (Has.)}}{\text{Fr. (días)}}$$

ARS = para el área total irrigable, ARS_t

$$ARS_t = \frac{142}{4} = 35.5 \text{ Has/día}$$

$$ARS_t = 35.5 \text{ Has/día}$$

ARS por unidad de riego:

$$ARS_1 = \frac{37}{4} = 9.25 \text{ Has/día}$$

$$ARS_2 = \frac{27}{4} = 6.75 \text{ Has/día}$$

$$ARS_3 = \frac{50}{4} = 12.5 \text{ Has/día}$$

$$ARS_4 = \frac{28}{4} = 7 \text{ Has/día}$$

2.3.9 Capacidad de la toma Q_t , Lt/s

Representa el caudal necesario para satisfacer las necesidades máximas de consumo propias del cultivo, y para compensar las pérdidas por infiltración profunda y otras pérdidas.

$$Q_t = \frac{I_b \times 1000 \times ABS}{36 \times N}$$

N : Número de horas de riego por día, $N = 8$ horas

Para cada una de las unidades de riego los correspondientes valores de Q_t son:

$$Q_{t1} = \frac{2.88 \times 1000 \times 9.25}{36 \times 8} = 92.5 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{t2} = \frac{2.88 \times 1000 \times 6.75}{36 \times 8} = 67.5 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{t3} = \frac{2.88 \times 1000 \times 12.5}{36 \times 8} = 125 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{t4} = \frac{2.88 \times 100 \times 7}{36 \times 8} = 70 \text{ Lt/s}$$

Por lo tanto el área total a regar, la capacidad de la toma es:

$$Q_{tT} = \frac{2.88 \times 1000 \times 35.5}{36 \times 8} = 355 \text{ Lt/s}$$

2.3.10 Capacidad de la toma necesaria para inundación de la melga:

$$Q_{tI} \text{ , (Lt/s)}$$

El caudal necesario debe ser suficientemente grande para que la melga quede cubierta en un tiempo máximo igual a un cuarto de la duración del tiempo que el suelo tarda en absorber la lámina neta que haya de aplicarse.

$$Q_{LL} = \frac{(L_1 + L_2) \times 1000 \times A_m}{36 \times T_r/4}$$

A_m = Área de la melga, Has.

L_1 = lámina promedio infiltrada en el suelo durante el proceso de inundación, se calcula con base en el tiempo promedio de oportunidad de infiltración $t = \frac{60}{2}(T_r/4)$, (min), empleando la ecuación de infiltración acumulada:
 $L_1 = 0.72 t^{0.32}$, L_1 (cm)

L_2 = Lámina promedio sobre la superficie de la melga al terminar el proceso de inundación, calculada como la mitad del intervalo vertical entre caballones V_1 , (cm) $L_2 = V_1/2$, (cm).

V_1 = 6.0 cm. (Intervalo vertical seleccionado).

L_2 = 3.0 cm.

T_r = 9 horas

$$t = \frac{60}{2} (9/4) = 67.5 \text{ min}$$

$$L_1 = 0.72 (67.5)^{0.32} = 2.77 \text{ cm.}$$

$$L_2 = L_1 = 2.77 + 3.0 = 5.77 \text{ cm.}$$

El caudal necesario para inundación por Ha. de melga es:

$$Q = \frac{5.77 \times 100}{36 \times 97.4} = 71 \text{ Lt/s/Ha.}$$

El área de la melga seleccionada es $A_m = 1 \text{ Ha.}$

$$Q_{L1} = 71 \text{ Lt/s}$$

2.3.11 Capacidad de la toma para diseño.

Para efecto de diseño de los canales laterales de riego, la capacidad de la toma debe ser el valor mayor entre: la capacidad de la toma calculada con la lámina bruta en el numeral 2.3.9 y la capacidad de la toma para inundación de la melga, calculada en 2.3.10. Para las cuatro unidades de riego los valores de capacidad de la toma para diseño son:

$$Q_{d1} = 92.5 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{d2} = 71 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{d3} = 125 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{d4} = 71 \text{ Lt/s}$$

2.3.12 Caudal de diseño para cada unidad de riego.

$$Q_d \text{ (Lt/s)}$$

$$Q_d = \frac{Q_c \times A}{ARS}$$

$$Q_d = \text{Capacidad de la toma para diseño}$$

$$A = \text{Área de la unidad de riego}$$

$$ARS = \text{Área de riego simultánea en la unidad de riego}$$

Para las cuatro unidades de riego los valores correspondientes son:

$$Q_{s1} = \frac{92.5 \times 37}{9.25} = 370.0 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{s2} = \frac{71 \times 28}{6.15} = 284.0 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{s3} = \frac{125 \times 50}{12.5} = 500.0 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{s4} = \frac{71 \times 28}{7} = 284.0 \text{ Lt/s}$$

2.3.13 Capacidad total por unidad de riego Q_d (Lt/s)

$$Q_d = \frac{Q_s}{EC/100}$$

EC = Eficiencia de conducción

El valor de eficiencia de conducción estimado es EC = 90%

La capacidad total por unidad de riego es:

$$Q_{d1} = \frac{370}{0.9} = 411 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{d2} = \frac{284}{0.9} = 315 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{d3} = \frac{500}{0.9} = 555 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{d4} = \frac{284}{0.9} = 315 \text{ Lt/s}$$

2.4 Diseño de Laterales

Esta sección incluye el diseño de los canales laterales de riego en cada una de las unidades de riego.

2.4.1 Laterales en la unidad de riego 1

Información básica

Área total de la unidad: 37 Has.

$ARE_{1} = 9.25 \text{ has/día}$

Capacidad de la tope para diseño: $Q_{d1} = 92.5 \text{ Lt/s}$

Cálculo del caudal de diseño para laterales, Q_d , (Lt/s):

Lateral	Área de Influencia A, (has)	$Q_{ep} = \frac{Q_{d1} \cdot A}{ARE_1}$ (Lt/s)	Q_{oc} (Lt/s)	$Q_d = \frac{Q_{oc}}{E.C.}$ (Lt/s)
R-E1.1.2	3.54	35.44	71.00	78.88
R-E1.1.1	10.00	100.00	100.00	111.11
R-E1.2.1	4.60	46.00	71.00	78.88
R-E1.2.2	6.62	66.20	71.00	78.88
R-E1.2	11.42	114.20	114.20	123.55
R-E1.1a	1.91	19.10	71.10	78.88
R-E1.1	13.54	135.40	135.40	150.44
R-E1.a	6.40	64.00	71.00	78.88
R-E1.b	3.72	37.20	71.00	78.88
R-E1	37.00	370.00	370.00	411.11

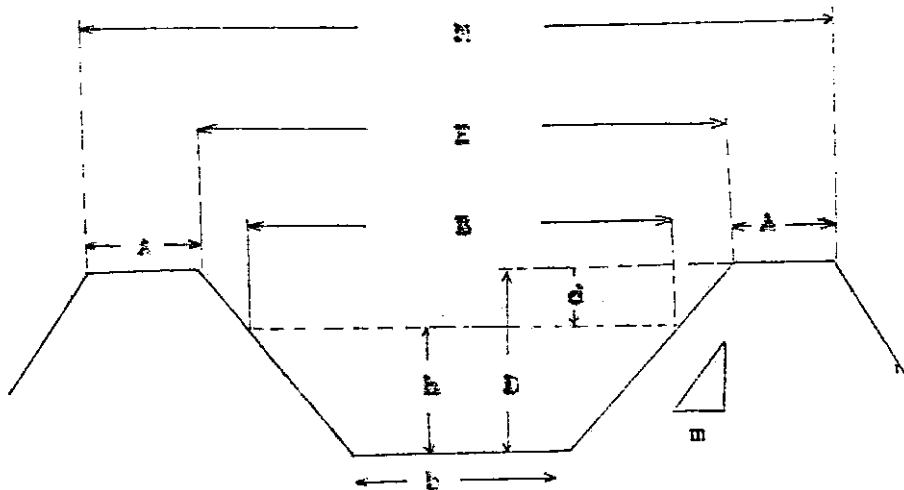
Q_{ep} : caudal de diseño preliminar

Q_{oc} : caudal de diseño corregido en base al mínimo caudal permisible, que es el caudal necesario para inundar la tope. ($Q_{d1} = 71 \text{ Lt/s}$.)

E.C.: eficiencia de conducción, E.C. = 0.88, asumida suponiendo buena compactación de los terraplenes.

Dimensionamiento de laterales:

Sección típica : Trapezoidal, FIG. NO.1



m = Talud

b = Ancho de fondo

E = Ancho superior

m = Talud

d = Borde libre

D = Profundidad total

E = Ancho superior total

A = Berma

M = Corona

$$\lambda = 2 \sqrt{1 + m^2} - m$$

$$\lambda = 2 \sqrt{1 + (1.5)^2} - 1.5 = 2.103$$

Talud $m = 1.5$, seleccionado para arcilla

Coefficiente de rugosidad de Manning, $n = 0.025$, seleccionado para

arcilla.

Velocidad permisible $V = 0.7$ m/s, seleccionada de acuerdo al material del canal para prevenir sedimentación.

Lateral R-EI : (Ejemplo de cálculos)

Caudal de diseño, $Q = 0.411$ m³/s

Pendiente promedio del terreno, aproximada, $S = 0.0027$

Sección óptima:

$$\text{Área mojada } A = \frac{Q}{V}, \quad A = \frac{0.411}{0.7} = 0.587 \text{ m}^2$$

$$A = \lambda h^2, \quad h = \sqrt{\frac{A}{\lambda}}$$

$$h = \sqrt{\frac{0.587}{2.105}} = 0.528 \text{ m} \approx 0.53 \text{ m}$$

$$b = (\lambda - m) \times h,$$

$$b = (2.105 - 1.5) \times 0.528 = 0.319 \text{ m} \approx 0.32 \text{ m}$$

$$D = (\lambda + m) \times h,$$

$$D = (2.105 + 1.5) \times 0.528 = 1.903 \text{ m} \approx 1.90 \text{ m}$$

$$\text{Radio hidráulico, } R = \frac{h}{2} \cdot R = \frac{0.528}{2} = 0.264 \text{ m}$$

Pendiente que necesitaría el canal:

$$s = \left(\frac{V}{R^{2/3}} \right)^2, \quad s = \left(\frac{0.028 \times 0.7}{0.264^{2/3}} \right) = 0.0017$$

$$S = 0.0017$$

Este valor está próximo a la pendiente promedio aproximada del terreno, $S = 0.0027$ y se considera aceptable como prediseño, pero la sección definitiva se debe calcular con base a la pendiente del terreno al replantar el canal.

Ajuste a Sección Constructiva:

$$b = 0.35 \text{ m.}$$

$$b = (\lambda - m) h, \quad h = \frac{b}{\lambda - m}, \quad h = \frac{0.35}{2.105 - 1.5} = 0.58 \text{ m.}$$

$$\text{Radio hidráulico, } R = \frac{b}{2}, \quad R = \frac{0.58}{2} = 0.29$$

Pendiente que necesita el canal:

$$S = \left(\frac{nV}{R^{2/3}} \right)^2, \quad S = \left(\frac{0.025 \times 0.3}{0.29^{2/3}} \right)^2 = 0.0016$$

El valor de pendiente es próximo a la pendiente promedio aproximada del terreno, $S = 0.0027$, pero se requiere recalcular al replantar el canal.

Sección Definitiva:

$$\text{Ancho de fondo } b = 0.35 \text{ m.}$$

$$\text{Tirante, } h = 0.58 \text{ m.}$$

$$\text{Borde libre, } d = \frac{h}{3}, \quad d = \frac{0.58}{3} = 0.19 \text{ m.}$$

$$\text{Profundidad total, } D = h + d, \quad D = 0.58 + 0.19 = 0.77 \text{ m.}$$

$$\text{Ancho superior total, } E = (\lambda + m) D,$$

$$E = (2.105 + 1.5) \times 0.77 = 2.77$$

$$\text{Beras, } A = D, \quad A = 0.77 \text{ m.}$$

$$\text{Corona, } M = E \times 2A, \quad M = 2.77 + 1.54 = 4.31 \text{ m.}$$

Laterales en la unidad de riego 1:

Lateral

	b	h	d	B	E	A	K
	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
B - E1.1.2	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
B - E1.1.1.	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
B - E1.2.2	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
B - E1.2	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
B - E1.2	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
B - E1.2a	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
B - E1.1	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
B - E1.a	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
B - E1.b	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
B - E1	0.35	0.58	0.19	0.73	2.77	0.77	4.31

2.4.2 Laterales en la unidad de riego 2.

Información básica :

Area total de la unidad: 27 Has.

Capacidad de la toma para diseño $Q_{E2} = 71 \text{ Lz/s}$

$ARS_2 = 1.75 \text{ has/día}$

Lateral	Area de Influencia A /has.	$Q_{sp} = \frac{Q_{E2} \times A}{ARS_2}$	Q_{ac}	$Q_D = \frac{Q_s}{Ec/100}$
R-E2.1.1.2.	7.58	79.75	79.75	88.61
E-E2.1.1.1.	5.16	54.36	71.00	78.88
R-E2.1.1.	12.75	134.11	134.11	149.01
R-E2.1.2.	10.04	105.60	105.60	117.33
R-E2.1.	22.80	239.92	239.92	266.57
E-E2.2.	4.81	44.28	71.00	78.88
R-E2	27.00	28.4	28.4	315.55

Laterales en la unidad de riego 2:

Lateral	b m.	h m.	d m.	D m.	E m.	A m.	K m.
R-E2.1.1.2	0.20	0.35	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
R-E2.1.1.1	0.20	0.35	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
R-E2.1.1.	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
R-E2.1.2	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
E-E2.1	0.30	0.40	0.16	0.65	2.34	0.65	3.64
E-E2.2	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93

Dimensionamiento de laterales:

Lateral	b m.	h m.	d m.	D m.	E m.	A m.	M m.
R-E3.1b.2	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
R-E3.1b.2a	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
R-E3.1b.1	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
R-E3.1b	0.25	0.41	0.15	0.56	2.01	0.60	3.21
R-E3.1a.1	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
R-E3.1a.2	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
R-E3.1a	0.30	0.49	0.16	0.55	2.34	0.65	3.64
R-E3.1c	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
R-E3.1d	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93
R-E3.1	0.35	0.58	0.19	0.77	2.77	0.77	4.31
R-E3.2	0.20	0.33	0.15	0.48	1.73	0.60	2.93

2.4.4 Laterales en la unidad de riego 4:

Información básica:

Area total de la unidad = 28 has.

Capacidad de la toma para diseño, $Q_{T.D.}$ = 71 lt/s

$ARE_{L.}$ = 7 Has/día

Lateral	Area de Influencia Has.	$Q_{L.} = \frac{ARE_{L.}}{ARE_{L.}}$ Lt/s	$Q_{L.}$ Lt/s	$Q_{L.}$ Lt/s
R-E4.1	5.15	52.233	71.00	78.58
R-E4.1a	4.67	49.456	71.00	78.61

Lateral	Area de Influencia Has.	$Q_{sc} = \frac{Q_{sc} \times A}{ARS_4}$ Lt/s	Q_{sc} Lt/s	Q_D Lt/s
R-E4.1 (Toma)	10.02	101.692	101.69	112.98
R-E4.2.1.1	7.75	78.637	78.64	87.37
R-E4.2.1.2	3.25	32.984	71.00	78.88
R-E4.2.1	11.00	111.622	111.62	124.02
R-E4.2.2	4.76	48.320	71.00	78.88
R-E4.2.1a	2.20	22.365	71.00	78.88
R-E4.2	17.97	182.307	182.31	202.31
KLa (Toma)	28.00	284.600	284.00	315.55

Dimensionamiento de laterales:

Lateral	b m.	h m.	d m.	D m.	E m.	A m.	M m.
R-E4.1	0.20	0.33	0.15	0.40	1.73	0.60	2.93
R-E4.1a	0.20	0.33	0.15	0.40	1.73	0.60	2.93
R-E4.2.1.1	0.20	0.33	0.15	0.40	1.73	0.60	2.93
R-E4.2.1.2	0.20	0.33	0.15	0.40	1.73	0.60	2.93
R-E4.2.1	0.20	0.33	0.15	0.40	1.73	0.60	2.93
R-E4.2.2	0.20	0.33	0.15	0.40	1.73	0.60	2.93
R-E4.2.1a	0.20	0.33	0.15	0.40	1.73	0.60	2.93
R-E4.2	0.25	0.41	0.15	0.50	2.01	0.60	3.21

2.5 ESTRUCTURAS

2.5.1 Estructuras de Derivación:

Unidad de Riego	Estructura
1	ED - 1
2	ED - 2
3	ED - 3
4	ED - 4

Las estructuras ED-1, ED-3 y ED-4 existen como parte de la infraestructura actual.

La estructura ED-2 aparece en el plano No. 7.0

2.5.2 Cajas de Distribución:

Unidad de Riego	Estructura
1	EC - E1a
1	EC - E1
1	EC - E1.1
1	EC - E1.2
2	EC - E2
2	EC - E2.1
2	EC - E2.1.1
3	EC - E3
3	EC - E3a
3	EC - E3.1
3	EC - E3.1a
4	EC - E4
4	EC - E4.2
4	EC - E4.2.1

Diseño básico: Plano No.6

2.5.3 Alcantarillas

Unidad de Riego	Estructura
1	EA - D1
2	EA - D2
3	EA - D3
3	EA - DR1
3	EA - DR3
4	EA - DC1

2.6 Operación y Conservación del Sistema

2.6.1 Derivación y Aforo del Caudal:

La derivación del caudal para un canal lateral de riego se hace mediante la operación de la compuerta en la correspondiente estructura de derivación. La operación de la compuerta se hace en combinación con la estructura de control de cabeza hidráulica, ubicada en el canal principal próxima a la estructura de derivación.

Con el fin de aforar el caudal derivado, es necesario determinar la curva de descarga de la compuerta, para diferentes niveles de agua en el canal y diferentes aberturas de compuerta. La curva de descarga se obtiene haciendo aforos con molinete hidráulico para cada abertura de compuerta y diferentes niveles en el canal.

2.6.2 Aplicación de Riego a las melgas

La aplicación del riego a las melgas se logra a través de las estructuras de aplicación ubicadas en la parte superior de las melgas y sobre las acequias de riego. Para derivar el agua a través de estas estructuras se abren las compuertas y se opera simultáneamente las estructuras de control de cabeza hidráulica próximas a las estructuras de aplicación.

La operación del riego en las melgas consiste en aplicar inicialmente el caudal de llenado hasta cuando se moje toda la melga, luego se reduce el caudal abriendo la estructura ubicada en la parte inferior de la melga para comenzar a llenar otra.

2.6.3 Conservación del Sistema

La extracción de malezas, sedimentos y elementos extraños, tanto de los canales como de las estructuras del sistema debe hacerse periódicamente para asegurar una correcta operación.

Además de estas prácticas se considera conveniente la construcción de cercas marginales a lo largo de los canales para evitar daños por el pisoteo del ganado, en los taludes y bermas de los canales.

3. PLANO GENERAL

Plano No. 1

4. CANALES DE RIEGO Y DRENAJE EN PLANTA Y PERFIL

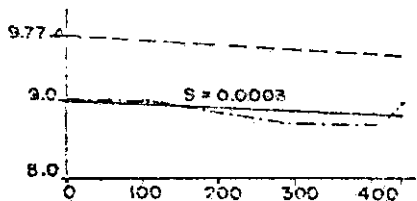
Unidad de Riego	Plano No.
1	2
2	3
3	4
4	5

BIBLIOGRAFIA

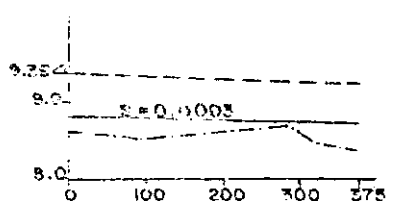
E.E.U.U. 1972. Servicio de Conservación de Suelos. Departamento de Agricultura, Riego por Diques de Contorno, Manual de Ingeniería, Editorial Diana, México. 51 p.

MORALES V., J.M., 1971. Reconocimiento detallado de suelos del C.N.I.A. Turipaná. ICA, Programa Nacional de Suelos, Bogotá. 219 p.

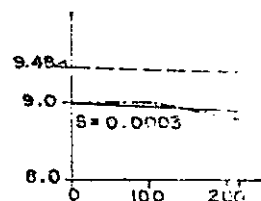
CANALES DE RIEGO



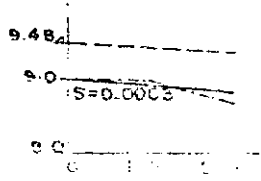
R-E1



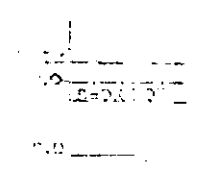
R-E1.2.1



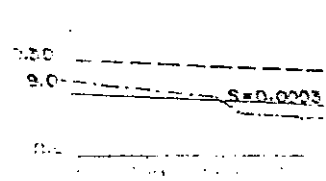
R-E1.0



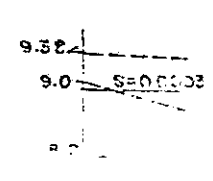
R-E1.1



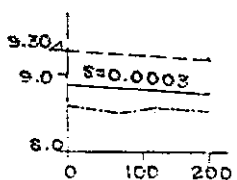
R-E1.2



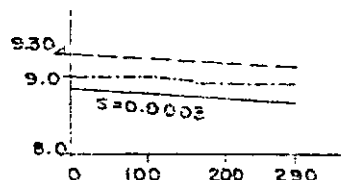
R-E1.1.1



R-E1.1.2



R-E1.2.2

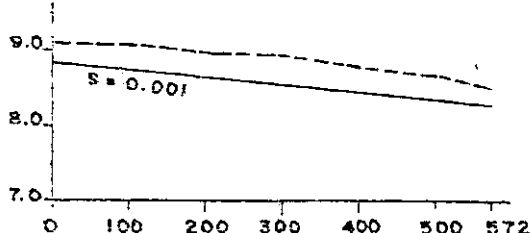


R-E1.1.2

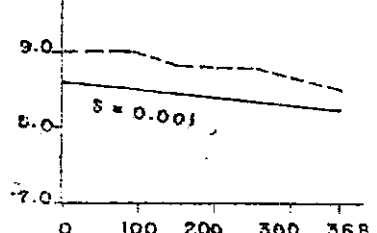
CONVENCIONES

- Corona Terrapien
- Terreno
- Rasante

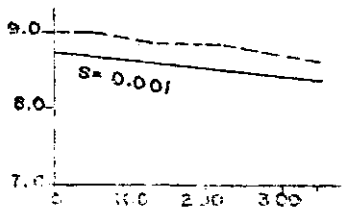
CANALES DE DRENAJE



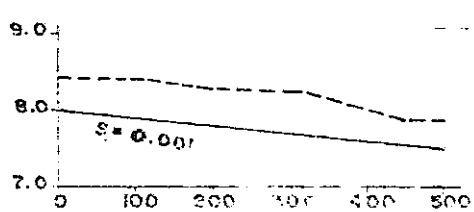
D-1



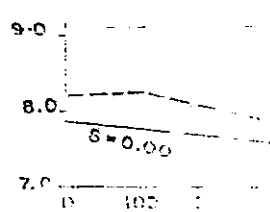
D-1.2



D-1.1



D-1.2.1



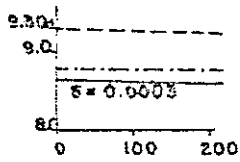
D-1.2.2

CONVENCIONES

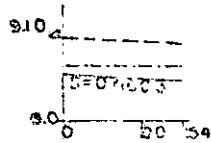
- Terreno
- Rasante

UNIDAD DE RIEGO: ...
 Canales de Riego: ...
 Obras de Arte: ...

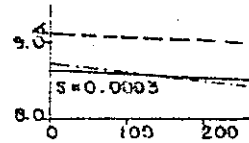
CANALES DE RIEGO



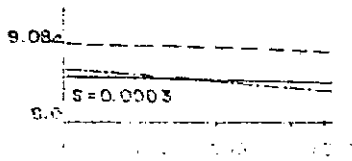
R-E2-1



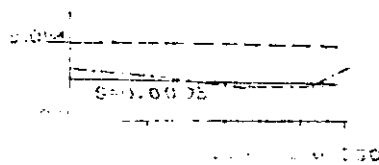
R-E2-1.1



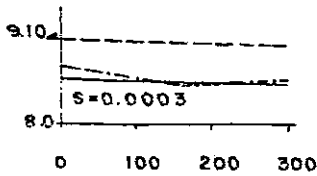
R-E2-1.2



R-E2-1.1.2



R-E2-1.1.1

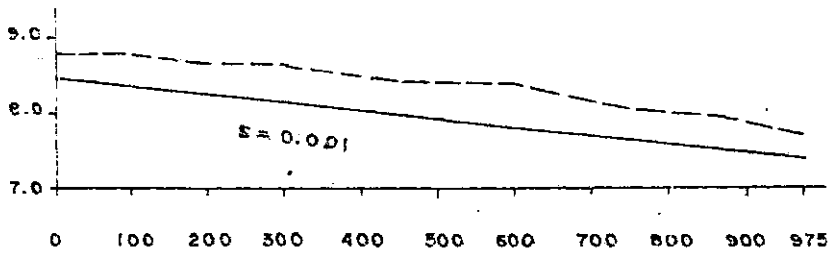


R-E2.2

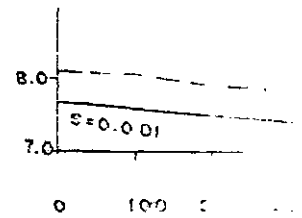
CONVENCIONES

Corona Terraplen
 Terreno
 Rasante

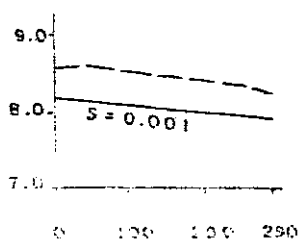
CANALES DE DRENAJE



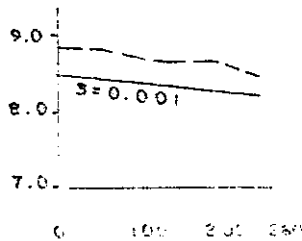
D-2



D-2.2



D-2.4

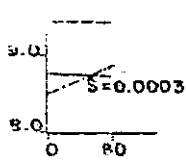


D-2.6

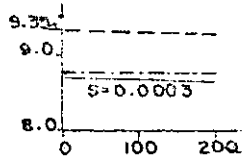
CONVENCIONES

Terreno
 Rasante

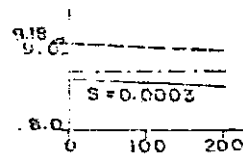
CANALES DE RIEGO



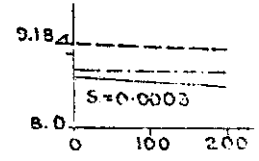
R-E3.1



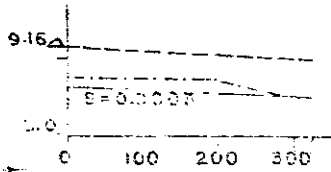
R-E3.1a



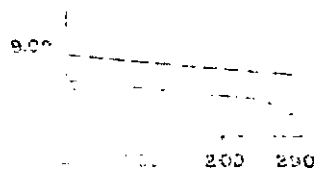
R-E3.1c



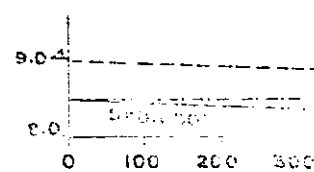
R-E3.1d



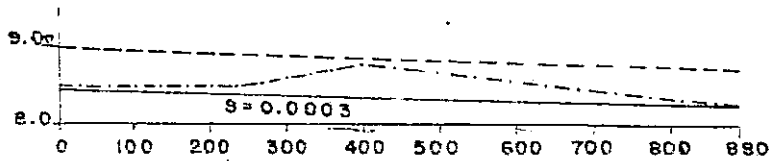
R-E3.1b



R-E3.1a.1



R-E3.1b.1

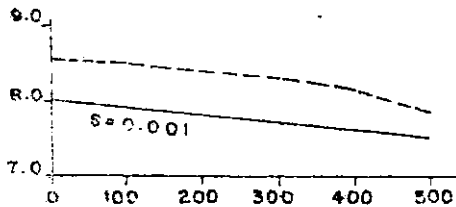


R-E3.1b.2

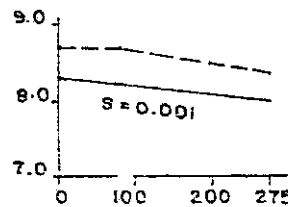
CONVENCIONES

- Corona Terrenal ---
- Terreno - - - - -
- Rasante ———

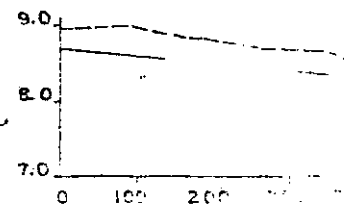
CANALES DE DRENAJE



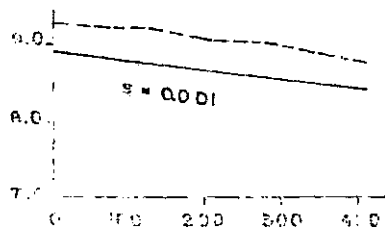
D-R1



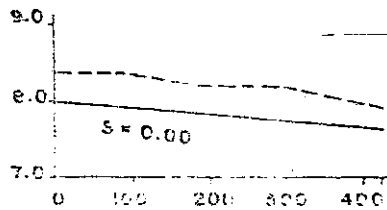
D-3



D-3.1

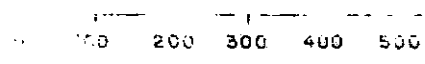


D-3.1.2

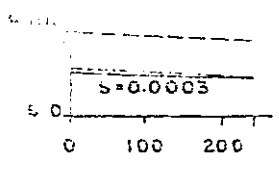


D-3.1.1

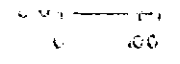
CONVENCIONES



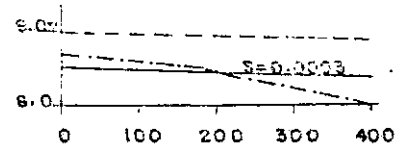
R-E4.1



R-E4.2.2



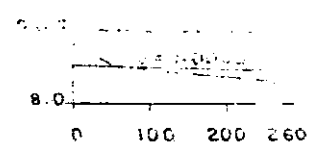
R-E4.2



R-E4.2.1.1



R-E4.2.1.2

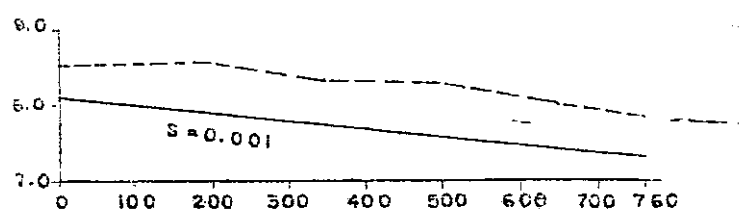


R-E4.2.1.2

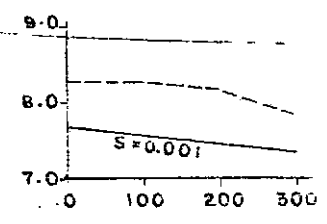
CONVENCIONES

- Corona Terrapien -----
- Terreno -----
- Rasante -----

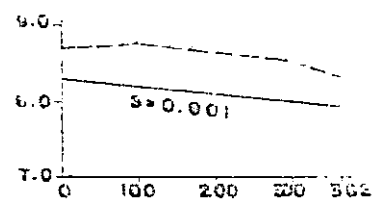
CANALES DE DRENAJE



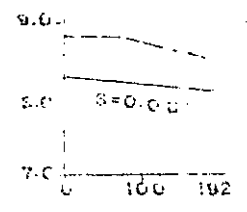
D-4



D-4.1



D-4.3



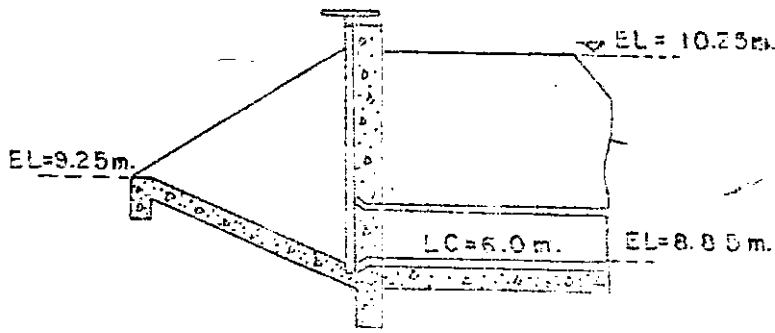
D-4.3.2

CONVENCIONES

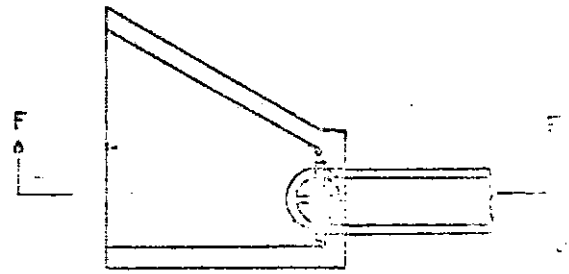
- Terreno -----
- Rasante -----

UNIDAD DE RIEGO N° 4
 Canales de Riego N° 4
 Drenaje en perfil
 Escala: V=1:1
 H=0.000
 Plano N° 5

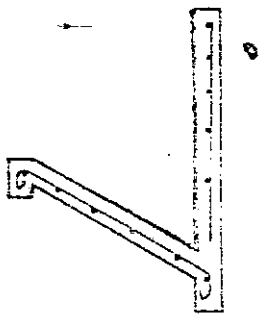
CABEZOTE DE ENTRADA



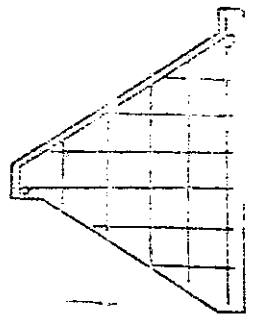
SECCION F



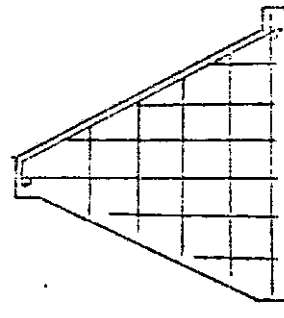
PLANTA



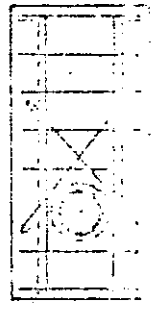
SECCION F



ALETA 90°



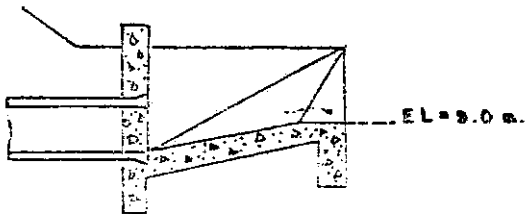
ALETA 30°



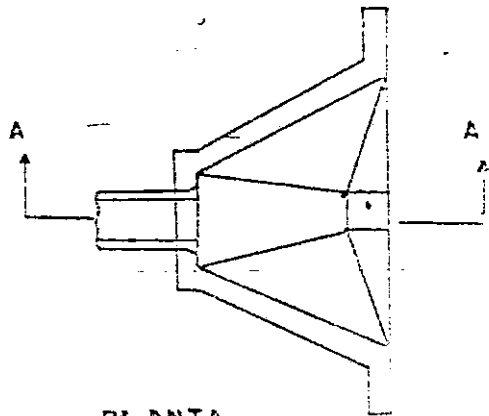
MURO

REFUERZOS ($\phi 1/2"$, @ 0.25m.)

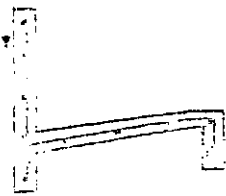
CABEZOTE DE SALIDA



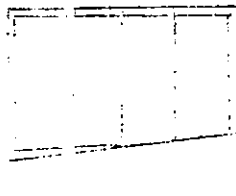
SECCION A



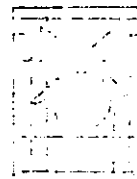
PLANTA



SECCION A



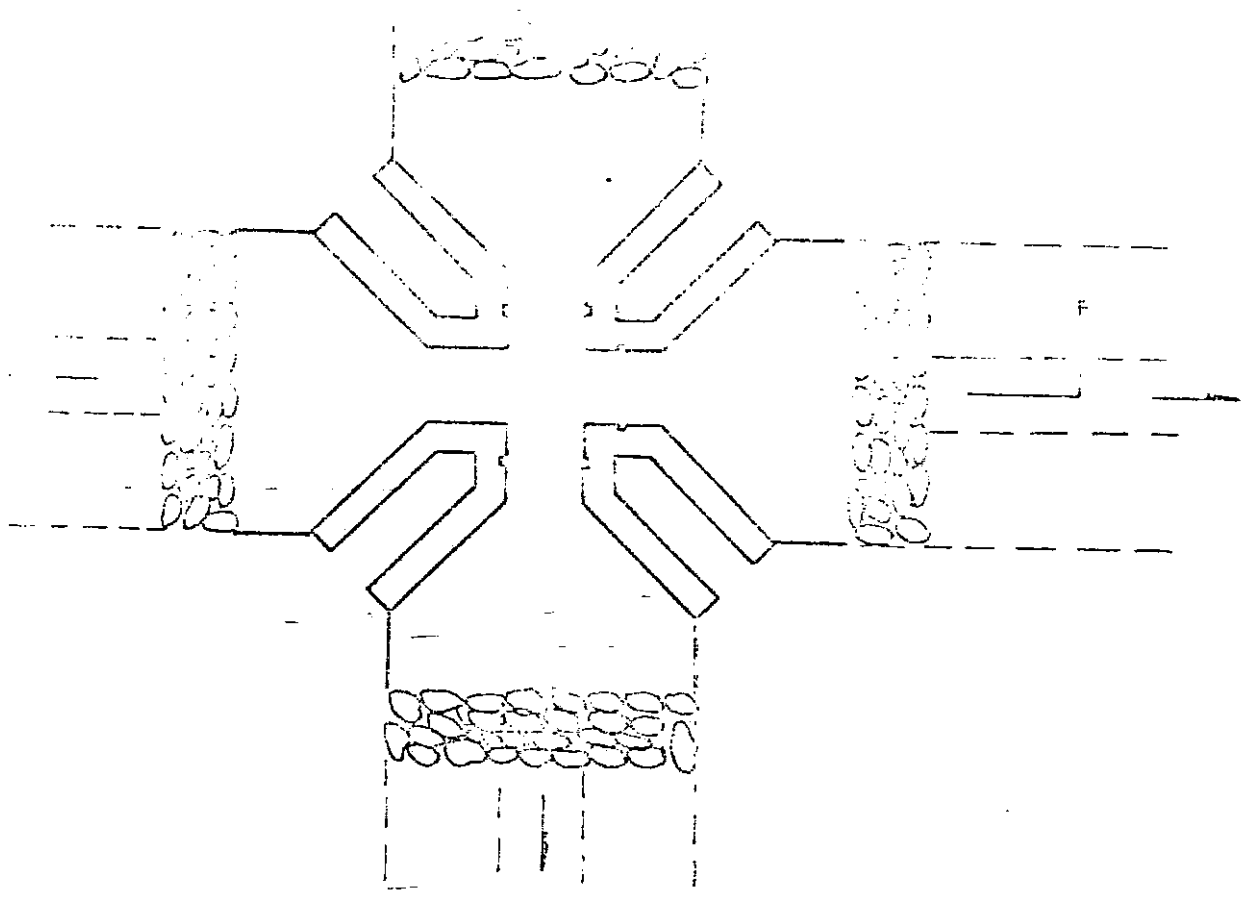
ALETA



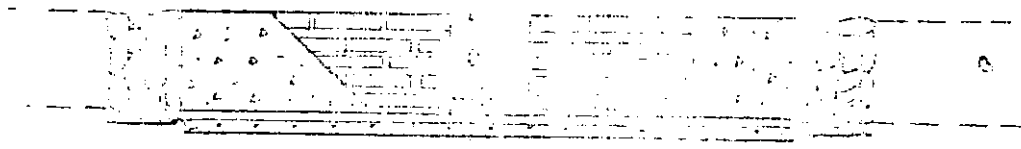
MURO

ESTRUCTURA DE
CONCRETO
DISEÑO DEL INGENIERO

REFUERZOS



PLANTA



SECCION F

CAJA DE DISTRIBUCION
Diseño Básico
Escala: 1:50
Plano N° 5