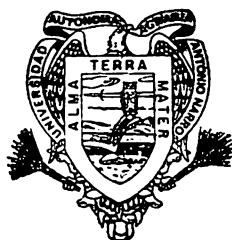


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISION DE INGENIERIA**



***Modernización en la Medición del Agua con  
Aforadores de Garganta Larga y Cresta Ancha  
en los Puntos de Control del Módulo 12 D.R. 038  
Río Mayo, Sonora***

***Por:***

**ARTURO GUTIERREZ PICOS**

***Memoria de Experiencias Profesionales***

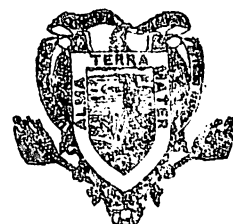
***Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:***

***Ingeniero Agrónomo en Suelos***

***Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.***

***Mayo de 1997***

**Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"**



**BIBLIOTECA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISION DE INGENIERIA**

**MODERNIZACION EN LA MEDICION DEL AGUA CON AFORADORES  
DE GARGANTA LARGA Y CRESTA ANCHA EN LOS PUNTOS DE  
CONTROL DEL MODULO 12 D.R. 038, RIO MAYO, SONORA.**

**POR:**  
**ARTURO GUTIERREZ PICOS**

**APROBADO POR:**

  
**M.C. RUBEN LOPEZ CERVANTES**

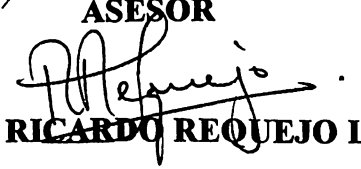
**ASESOR PRINCIPAL**

  
**M.C. FELIPE ABENCERRAJE R.**

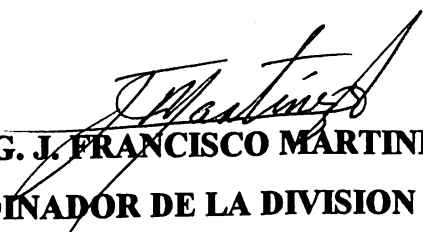
**ASESOR**

  
**M.C. ROMMEL DE LA GARZA G.**

**ASESOR**

  
**M.C. RICARDO REQUEJO L.**

**ASESOR**

  
**ING. J. FRANCISCO MARTINEZ AVALOS**

**COORDINADOR DE LA DIVISION DE INGENIERIA**

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



Coordinación de  
Ingeniería

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. MAYO 1997**

**INDICE**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**I. INTRODUCCION**

**II. ANTECEDENTES**

**III. JUSTIFICACION**

**IV. MARCO DE REFERENCIA**

**V. METODOLOGIA**

**VI. RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

**VII. APENDICES**

## **DEDICATORIA**

**- A mi madre Leonor Picos Vda. de Gutiérrez por su apoyo moral y espiritual en mi formación profesional.**

**-A mi padre Gilberto Gutiérrez Tapia que en paz descanse por su ejemplo que nos enseñó a ser hombres trabajadores para el servicio de esta sociedad navojoense.**

**“ Con todo mi amor y mi cariño a mi esposa Francisca Avilés de Gutiérrez a mis hijos Arturo Daniel y Karina María a los que tanto quiero. Así también a mis hermanos Gilberto, Ramón Enrique, Martín Alonso y José Luis.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **A LOS ASESORES DE MI REPORTE**

**M.C. RUBEN LOPEZ CERVANTES**

**M.C. ROMEL DE LA GARZA GARZA**

**M.C. FELIPE ABENCERRAJE RODRIGUEZ**

**M.C. RICARDO REQUEJO LOPEZ**

Con mucho agradecimiento al Ing. Yamil Bisher Alvarez Gerente de Operación de la S. de R.L. de I.P. y C. V. y al Ing. Carlos Minjares Lugo Jefe de Operación de la Comisión Nacional del Agua por su asesoría y proporción de los datos estadísticos.

Al Técnico Agrícola Rogelio García Olguín por sus valiosos consejos y apoyo técnico para el diseño del programa en computadora, así como también, en la supervisión de la construcción de los medidores.

- A los Directivos del Modulo de Riego No. 12, Lic. Pedro Genaro Almada Almada y al Profr. Manuel de Jesús Valdez por su valioso apoyo tan decisivo para la ejecución de este trabajo.

- A Xochitl Guzmán de Morales por su gran eficiencia en la mecanografía de esta tesis.

## **I INTRODUCCION**

Dentro del Programa Nacional de Modernización 1990-1994, la transferencia de los Distritos de Riego a los usuarios ha sido una prioridad fundamental, el Distrito de Riego No. 038, Río Mayo fue creado por decreto presidencial el 21 de febrero de 1956. Desde su origen, el Distrito había sido administrado por el gobierno federal primeramente a través de la Secretaría de Recursos Hidráulicas y posteriormente por la SARH

La Administración Federal, consciente de la importancia que reviste el vital líquido para el desarrollo económico y social creó la Comisión Nacional del Agua como un órgano descentralizado de la SARH, para que se abocara especialmente a buscar un uso más racional y eficiente de este recurso, fijándose como estrategia central en este propósito, la creación de órganos de participación social y privada que se responsabilizaran de la operación, conservación y administración de las obras hidráulicas y además, que estos fueran financiera y administrativamente autónomos.

El proceso de descentralización del Distrito de Riego No. 038 Río Mayo, se inició a partir del ciclo agrícola 1987-1988, con la entrega de las primeras cuatro Secciones de Riego a los usuarios, posteriormente durante el ciclo agrícola 1988-1989 se entregaron cinco Secciones más; finalizando en el ciclo agrícola 1990-1991 con la transferencia de otras siete, para totalizar 16 Secciones de Riego, denominadas actualmente Módulos; a los cuales se les concesionó en conjunto la operación conservación y administración de 1,194 km., de la red menor de canales secundarios a través de los cuales se les da servicio de riego directo a las 97,047 has. y a los 11,583 usuarios ( Cuadro 1A ). En una segunda etapa, en septiembre de 1990,

los 16 módulos constituidos en asociaciones civiles integraron la sociedad de responsabilidad limitada, con el propósito de operar, conservar y administrar la red mayor de canales, la red de drenaje y los pozos federales, así como el manejo integral del Distrito constituyéndose en una empresa de todos los usuarios del Distrito de Riego, cuya responsabilidad es velar por los intereses de los mismos.

Es así como este Distrito fue el primero en importancia a nivel nacional en haber sido transferido a los usuarios para su manejo; es plan piloto a nivel nacional para desarrollar programas tendientes a eficientar el uso y manejo del agua.

## **II. ANTECEDENTES.**

La medición del agua de riego en los sistemas de Distribución y en parcelas es indispensable por varias razones: permite controlar adecuadamente la red de canales, hace posible brindar a los usuarios el agua requerida por los cultivos en la cantidad necesaria, sin déficit ni exceso y se requiere para poner en práctica cualquier programa de uso eficiente del agua.

Para alcanzar un buen manejo del agua es necesario medir con exactitud el gasto en la derivación de cada canal, así como en las tomas-granjas, de modo que el agua disponible pueda suministrarse donde se solicita en la medida que se requiere, evitando su distribución incorrecta y su desperdicio<sup>1</sup>.

La medición es una actividad de gran importancia para administrar con eficiencia un Distrito de Riego, que influye decisivamente en el buen manejo del recurso hidráulico. Sin embargo, existe un gran número de problemas que han hecho el aforo costoso, de dudosa precisión y difícil de aplicar en el campo.

Algunos de los problemas más comunes para medir el caudal están en la dificultad de colocar o construir estructuras medidoras confiables de fácil manejo y calibración sencilla. En otros casos existe la necesidad de acondicionar el canal donde serán colocadas, con los consecuentes costos adicionales.

Una de las funciones principales que corresponden al módulo es la de recibir agua en el punto de control que le entrega la Sociedad de Usuarios y a su vez

---

<sup>1</sup> Bus, Reploge y Clemens, 1986

distribuirla por la red secundaria de canales y entregarla a los usuarios en sus parcelas, en cantidad y oportunidad.

Para poder dar un buen servicio de riego se tiene que hacer un programa semanal con los usuarios solicitando los días jueves de cada semana su volumen o caudal que requiere en la parcela, la superficie a regar y cultivo, así como por la boca toma por donde se les enviará el gasto. Con base en ésta información se procesa la solicitud hacia la S. de R.L., en donde especifica el representante los gastos en m<sup>3</sup>/seg. por cada uno de los laterales, así como la superficie a irrigar, indicando los factores de pérdidas por cada uno de los laterales, y a manera general el gasto total requerido tanto a nivel parcela como a nivel punto de control, y calculando las láminas netas por riego y láminas brutas para así obtener la eficiencia de conducción con base a los avances de hectáreas riego por día, con los resultados obtenidos de cada semana se analiza la información conforme al avance del plan de riego programado al inicio del ciclo agrícola, en el cual se observa si nuestro módulo está haciendo un buen uso y manejo del agua, si está cumpliendo con los avances deseados del programa.

Es por eso que el Módulo de riego No.12, busca la estrategia ideal para obtener un mejor método de riego en la medición de los caudales por diferentes puntos de control por donde nos entrega los volúmenes de agua la S. de R.L., teniendo la experiencia que los métodos que tiene el módulo no son muy efectivos y sí son muy laboriosos, debido a que la infraestructura existente no fue diseñada para mantener cargas más o menos constantes sobre los laterales y tomas de las parcelas, lo que obliga a nuestro personal técnico a hacer muchas maniobras en la operación.

En éste último ciclo se ha hecho la distribución del agua con base a la dotación volumétrica a los módulos, obligando a nuestros directivos y al personal

técnico a eficientar nuestro recurso agua debido a su escasez, con esto se busca que el agua se mida de una forma más precisa, simple y económica llegando a la realización del siguiente proyecto, **construcción de aforadores de garganta larga y cresta ancha**. Para la ejecución de éste proyecto se busca el apoyo del personal técnico del Módulo, de la S. de R.L. y de la C.N.A.

El aforador de garganta larga y cresta ancha consiste en la construcción de una loza de concreto en una parte de la sección hidráulica del canal, sobre la que van contracciones en el fondo o en los laterales, para estrangular la corriente y provocar un régimen crítico en una sección de la garganta, indispensable para una medición precisa.

Para el diseño se auxilia de un programa de cómputo desarrollado en el I.M.T.A., con base en el análisis de todos los datos del canal, pendiente, garganta, (Q) máximo, tirante máximo. El I.M.T.A recomienda colocarle un totalizador electrónico, en éste caso se coloca nada más las escalas graduadas en el talud, que es lo que más se adapta para las condiciones del vandalismo.

## **OBJETIVOS.**

- Obtener precisión en el proceso de la medición del agua, que permita mayor confiabilidad de la información en la entrega del volumen en los puntos de control del módulo.

**- Utilizar métodos de aforo más sencillos y económicos, para reducir tiempo y costo de la entrega del agua.**

### **III. JUSTIFICACION.**

Dentro del programa de modernización del campo así como el programa de desarrollo parcelario ( PRODEP ), se crean alternativas para optimizar el recurso agua debido a la secases que prevalece en el Valle del Mayo, es de gran importancia que en éste Distrito de Riego No. 038 se tengan puentes de aforo confiables en la entrega de los volúmenes de agua a los Módulos de Riego.

El Módulo de Riego No. 12 presenta 29 puntos de control, de los cuales sólo dos tienen puente de aforo para molinete que es el método más usual, en menor medida se usa los vertedores sin calibrarse, flotadores, y compuertas calibradas. Sólo con la falta de puentes de aforo se justifica la inversión de medidores de garganta larga y cresta ancha, siendo así que con el programa de desarrollo parcelario que tiene el Módulo es indispensable tener información más confiable y precisa para la factibilidad de proyectos, como son: el revestimiento de canales secundarios y regaderas interparcelarias, nivelación de tierras con el rayo láser, riegos presurizados ( goteo, aspersión, pivote central, etc.) y drenaje agrícola, dónde éstos volúmenes que se pierden por conducción, específicamente por infiltración deben estar bien definidos, por lo que éstos medidores van a ser de gran ayuda.

Si se parten de que el uso del agua que administra el módulo es para la agricultura, y éste es comercial, de que el agua es capital según la nueva legislación, es importante medirla en forma precisa para así poder brindarle un mejor servicio de riego al Usuario en cantidad y oportunidad, es por eso que se construyeron en nuestro Módulo trece medidores de garganta larga y cresta ancha en los puntos de control por

**dónde entrega el agua la S. de R.L. de I.P. y C.V.**

#### **IV. MARCO DE REFERENCIA DEL DISTRITO**

El Distrito de Riego 038, Río Mayo, se localiza al Sureste del Estado de Sonora, comprende parte de los municipios de Navojoa, Etchojoa y Huatabampo. La población global es de 193,430 habitantes cuya actividad es la agricultura. (Figura 1A)

##### **FUENTES DE AGUA**

Son dos: aguas superficiales y subsuperficiales. Las primeras proporcionadas por la presa Adolfo Ruiz Cortinez y las segundas por 129 pozos profundos que pueden extraer del acuífero hasta 150 millones de m<sup>3</sup>

La presa Adolfo Ruiz Cortínez se localiza en el municipio de Alamos, Sonora, a 52 km al noroeste de Navojoa, tiene una capacidad de 1,386 millones de m<sup>3</sup>, siendo la útil 1,069 millones de m<sup>3</sup> ( Cuadro 2A ), la cortina tiene una altura de 72 mts. La obra de toma tiene una capacidad para 110 m<sup>3</sup>/seg. dividida en dos túneles, el número 1, con 70 m<sup>3</sup>/seg. y el numero 2, con 40 m<sup>3</sup>/seg. Este último para la generación de electricidad.

Para el abastecimiento a través de los pozos profundos, existen actualmente 129 operando en forma colectiva, de los cuales 71 son de combustión interna y 58 operan con energía eléctrica.

## **RED DE DISTRIBUCION.**

Para la distribución del agua, el Distrito de Riego, cuenta con una longitud de 290 km de canales principales y 958 km de canales secundarios. Actualmente se tienen revestidos en concretos simples 59 km de canales principales ( 20.9 % ).

Se cuenta con 2 presas derivadoras, una se localiza en el Ejido Tesia, la cual deriva por la parte derecha del canal principal margen derecho (C.P.M.D.) y el canal Rosales y la parte izquierda se deriva el canal principal margen izquierdo (C.P.M.I.) y el canal Orrantia.

El C.P.M.D. conduce actualmente 20 m<sup>3</sup>/seg. del km 0+000 al 15+640, el C.P.M.I. conduce 40 m<sup>3</sup>/seg y los canales secundarios conducen en promedio de 0.5 a 2.0 m<sup>3</sup>/seg.

## **RED DE DRENAJE.**

Se cuenta con una red de drenaje de 207 km de drenes principales y 602 km de drenes secundarios para desaguar excesos de las aguas pluviales, mantos freáticos y aguas de riego.

Los drenes principales son: “ El Mayas “ y “ El Jupateco” como colector principal del margen derecho del Río Mayo, “ El Animas” , “El TO” , “ El Moroncárit”, “ El Etchoropo”, “ El Yavaros”, “El Huatabampo” y “El dren L” como colectores de la margen derecha del río.

## **RED DE COMUNICACION.**

Se cuenta con una red de caminos de 4,027 km de canales 276 se encuentran pavimentados 31.4 revestidos y 3,719.16 km en terracerías.

## **CALIDAD DE SUELOS.**

Los suelos del Distrito están compuestos por partículas provenientes del sistema montañosos que limita a ésta región, entrando en su composición el granito o granito alterado, cubierto a veces por formaciones marinas.

Estos suelos se dividen en tres grupos:

**Suelos de Loma.-** Su elemento principal es la arena gruesa con material calcáreo poco profundos, con subsuelo impermeable de roca caliza, por su escasa profundidad son de poca utilidad para la agricultura.

**Suelos de Valle.-** Suelos formados por una arcilla o migajón arcilloso de color rojizo, son profundos y no ofrecen obstáculos para la explotación agrícola se localiza en la parte central del distrito.

**Suelos de Vega.-** Son suelos de un alto valor agrícola, formado principalmente por depósitos de materiales arrastrados por el Río Mayo en períodos de inundación se localizan en las partes colindantes con el Río Mayo.

Los tipos de texturas predominantes son: arcillas o suelos pesados 61% de área del Distrito, migajones o suelos medios 25% y arena o suelos ligeros 14% .

## **ORGANIZACION EN LA PRODUCCION.**

La organización que presenta éste Distrito está integrada por los 16 Módulos de Riego o Asociaciones Civiles, las cuales forman la Sociedad de Responsabilidad Limitada de Interés y Capital Variable ( Sociedad de Usuarios ), en donde cada una de las Asociaciones Civiles está compuesta por un Consejo de Administración como se muestra en la figura 2A.

En cuanto a la forma de entrega del agua al usuario en su parcela se realiza de la siguiente manera:

La Comisión Nacional del Agua (C.N.A.) es el organismo rector cuya función es la de normar la operación, administración y conservación de cada una de las Asociaciones Civiles de la infraestructura hidroagrícola, así como también el servicio de riego a los usuarios.

La función de la Sociedad de Usuarios es la de entregar los volúmenes de agua en los puntos de control de cada una de las A.C. y en base a la dotación del volumen en millares de  $m^3$  que se le asigna a cada A.C., el 1ro. de Octubre de cada año se elabora un plan de riegos por parte de la A.C. para justificar la cédula de cultivos a establecer durante cada ciclo agrícola, ésta dotación de agua es autorizado por el Comité Hidráulico, la cual está compuesta por el Ing. en jefe de la C.N.A. por el Presidente de la S. de R.L. y por los 16 Directivos de los Módulos de Riego.

El papel que juega la Asociación Civil ( Módulos de Riego) es entregar el volumen de agua a los usuarios en cada una de las bocatomas de las parcelas respectivas, previamente a una solicitud elaborada por el Gerente para integrar el

programa general de la semana la cual se realiza cada jueves para surtir los lunes de cada una de las semanas. La proveedora de las A.C. es la Sociedad de Usuarios, y de éstos la C.N.A.

### **CUOTAS DE RIEGO.**

Las cuotas que paga el usuario por el servicio de riego, es por millar de  $m^3$  servido en parcela; es analizada la cuota de operación, conservación y administración y validada por el Comité Hidráulico al inicio de cada uno de los ciclos agrícolas. La cuota es integrada en base a un presupuesto de egresos de cada uno de las A.C., de la S. de R.L. ( Sociedad de Usuarios ) y de la C.N.A., se hace así un análisis de acuerdo a la disponibilidad de volumen en la presa de cada uno de los ciclos agrícolas.

El usuario paga el agua en una sola exhibición al momento de solicitar su primer riego, para cada uno de los cultivos por una dotación de millar de  $m^3/ha$ . La A.C. paga la cuota a la S. de R.L. en bloque de cada semana y la S. de R.L. a la C.N.A.

|                | millar de $m^3/ha$ |                | millar de $m^3/ha$ |
|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
| <b>CULTIVO</b> | <b>DOTACION.</b>   | <b>CULTIVO</b> | <b>DOTACION.</b>   |
| TRIGO          | 6                  | FRIJOL         | 6                  |
| HORTALIZA      | 5                  | CARTAMO        | 3                  |
| MAIZ           | 7                  | SOYA           | 8                  |
| ALGODON        | 8                  | ZACATE         | 8                  |
| SORGO          | 8                  | ALFALFA        | 9                  |
|                |                    | GARBANZO       | 3                  |

## **MARCO DE REFERENCIA DEL MODULO:**

El módulo 12 se localiza al Sureste del Distrito 038, Río Mayo, en los municipios de Navojoa y Etchojoa, en la primera unidad de riego conocida como Navojoa. Sus límites son: al Norte con los Módulos 14 y 16, al Este con el canal principal margen izquierda, al Sur con el Módulo 11 y al Oeste con el Módulo 13. (Figura 3A).

Se ubica a una altitud media de 30 msnm, con cota máxima de 39 msnm, contando con pendientes menores al 1.3 %, son mas pronunciadas hacia las partes bajas.

Cuenta con una superficie total de 7,031.79 ha, con topografía suave, de las cuales 6,867.44 ha cuentan con infraestructura de riego, aprovechada por 219 usuarios, con una superficie de 440.58 ha a 31 ejidatarios y 6,426.86 ha a 188 pequeños propietarios.

## **CARACTERISTICAS FISICAS**

### **Clima:**

Para el modulo, de acuerdo al sistema de Koeppen ( modificado por García ) es; Bshw, describiéndose como seco ( con invierno y primavera seco), cálido en verano e invierno benigno.

La temperatura media anual es de 24 °C, con máxima de 40 °C en verano y mínima de 3 °C.

La precipitación media anual es de 401.4 mm., distribuida en dos periodos al año ( Julio a Octubre y Diciembre a Febrero ).

Existe un promedio de 20 días de heladas al año, presentándose entre Diciembre y Enero.

La evaporación media anual es de 2,432.9 mm.; el periodo en el cual se registra una mayor evaporación es de Mayo a Agosto presentándose el 45 % del total anual. La evaporación potencial anual es del orden de 1,390 mm.

Los vientos dominantes se presentan de Agosto a Febrero, con una dirección de Sur a Oeste con velocidad media de 10 km. por hora.

La insolación es abundante todo el año, principalmente en los meses de Junio, Julio, Agosto, Septiembre y parte de Octubre; el número de horas luz al año es elevado con relación a los días nublados.

En el cuadro 3A , se presentan los promedios de 6 estaciones climatológicas de las temperaturas, precipitación y evaporación.

Es importante que la agricultura en climas áridos, como los que se presentan en esta área de estudio no puedan esperarse rendimientos óptimos en los cultivos sin que se lleve un estricto control en la aplicación del riego, esto es debido al fuerte desbalance entre la precipitación y evaporación, dándose esta última muy superior a las lluvias, la demanda de agua de las plantas debe ser cubierta en su totalidad por la aplicación del riego.

## **SUELOS:**

Se derivan de rocas sedimentarias (arenizas, calizas, conglomerados y pizarras). Su modo de formación es aluvial, sus materiales finos fueron transportados y depositados por el agua de movimiento lento. Por su grado de desarrollo se consideran maduros, los procesos de eluviación y la diferenciación del suelo es evidente, existiendo acumulación de arcilla y carbonatos de calcio.

### **SERIE DE SUELOS.**

La superficie total del Módulo es de 7,031.79 ha y la física regable es de 6,867.44 ha, que representan el 7.16 % de la superficie total regable del Distrito 95,896 ha., y se tienen los siguientes tipos y series:

De las 10 series de suelos que existen en el Distrito, en el Modulo 12 se identifican dos de ellas, Sebampo y Navojoa. ( Cuadro 4A )

### **TEXTURAS.**

La mayor parte de las partículas que componen los suelos del modulo provienen del sistema montañoso que limita con esta región, entrando en su composición principalmente el granito o granito alterado, cubierto a veces por formaciones marinas. El estudio agrológico actualizado en 1994, menciona que los suelos del módulo son básicamente de origen aluvial con texturas arcillosas ( pesadas ) y migajosas ( media ) en proporciones de 76.4 % y 23.6 %, ( Cuadro 5A).

En el Cuadro 6A se muestran las superficies ocupadas por las diferentes clases de suelos presentes en el Módulo. De acuerdo a los datos de este cuadro, la mayor superficie corresponde a suelos de primera clase con 5, 668.79 ha, que representa el 80.62 % del total, le siguen en importancia los suelos de segunda clase con 1,053 ha ( 814.97 % ) y en mucha menor proporción los de la tercera clase con 30 ha ( 0.43 % ) y los de la cuarta clase con 280 ha ( 4.1 % ).

Los factores limitantes son: suelo y topografía para los de la segunda clase, suelo y profundidad efectiva para los de la tercera clase, salinidad y drenaje para los de la cuarta clase.

## **CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LOS SUELOS.**

Según análisis de laboratorio, los suelos del modulo 12 ( Serie Navojoa y Sebampo ), presentan las siguientes propiedades. El pH del suelo en la capa superficial ( 0-30 cm. ), es ligeramente alcalino ( 7.5 a 7.8 ); en cuanto a su fertilidad son pobres en fósforo, nitrógeno y extremadamente pobres en materia orgánica ( < 1% ); en las capas inferiores ( 30-200 cm. ), tienen un pH ligeramente alcalino ( 8.1 ) y los niveles de fertilidad se comportan semejantes al estrato superficial. En cuanto a la salinidad se observan valores menores a los 4 ds/m y el por ciento de sodio intercambiable menor al 15 %, en la profundidad de 0 a 90 cm. En los estratos inferiores ( 90 a 200 cm ) se tienen valores de conductividad eléctrica mayores a los 4 ds/m. y sodio intercambiable menor al 15 %. Con lo anterior, se puede deducir que existen los suelos normales en la capa arable y salino sodicos en el subsuelo ( Cuadros 7A y 8A).

## **TOPOGRAFIA**

### **PENDIENTES MEDIAS.**

La topografía del modulo es plana con pendientes menores al 1.3 %; en áreas asociadas a antiguas corrientes de las pendientes se tornan mas pronunciadas, condición que ha sido aprovechada para la construcción de la infraestructura, facilitando la distribución del agua por gravedad y con esto favorece el desagüe natural. En el Cuadro 9A se dan las características en cuanto a la pendiente y superficie.

## **TENENCIA DE LA TIERRA.**

Los tipos de tenencia de la tierra presentes en el módulo son la ejidal y pequeña propiedad. Del total de 7,031.79 ha: 440.58 ha ( 6.42 % ) son ejidales y 6,426.86 ha ( 93.58 % ) son de pequeños propietarios ( Cuadro 10A ).

El total de usuarios en el módulo es de 219 de los cuales 31 ( 14.16 % ) son ejidatarios y 188 ( 85.84 % ) son pequeños propietarios.

### **Unidades de Producción.**

La estructura de la tenencia de la tierra se modifica año con año, debido al elevado rentismo que existe tanto de las parcelas del sector ejidal como de la pequeña propiedad.

De acuerdo a la información obtenida de las solicitudes de riego del ciclo 1994-1995, el rentismo del sector ejidal es del orden del 69.21 % de la superficie correspondiente y del 66.88 % en la superficie de pequeña propiedad.

Esta situación modifica sustancialmente la distribución formal, de manera que al considerar la información antes requerida ( que incluye además el cultivo a regar ), se llegó a las unidades de producción que se muestran en el Cuadro 11A.

En todos los rangos considerados predomina la producción de básicos, teniéndose la diversificación del patrón de cultivos en superficies mínimas.

## **METODOS DE RIEGO.**

Los métodos de riego utilizados en el Módulo en una superficie reportada de 7,048 ha., se describen a continuación:

**SURCOS.** Dentro del sistema de riego por gravedad, se considera como el más eficiente y este es utilizado en el 95.03 % de la superficie en cultivos como maíz, trigo y soya, entre otros.

**MELGAS:** Se emplea en el 2.85 % de las unidades de producción, considerándose su eficiencia baja; las pérdidas de agua se deben principalmente a su mal trazo. Se utiliza en cultivos como: Trigo, cebada, alfalfa y pastizales.

**CURVAS DE NIVEL:** Se utiliza en el 2.12 % de los terrenos con problemas de pendientes, su eficiencia se estima como regular; este método es utilizado en cultivos como el trigo y frijol.

Actualmente, en la gran mayoría de los casos, las parcelas carecen de trazos en los riegos, lo que disminuye en forma significativa la eficiencia del agua y aumenta su gasto, reduciéndose además los rendimientos (Cuadro 12A).

El método de riego por gravedad ha sido una técnica empleada en mayoría de los Distritos requiriéndose actualmente su tecnificación que consiste en mejorar la eficiencia de la conducción con el revestimiento de los canales o entubamiento de los mismos, el empleo de las estructuras de medición y control de los gastos entregados en las parcelas.

Tales medidas se refieren a las acciones que se realizan en la parcela como: la calidad de las labores de labranza, el uso de cultivos apropiados para el suelo, la propia nivelación del suelo, el empleo de fertilizantes en cantidad necesaria y oportunidad, el correcto control de plagas, etc.

Las técnicas que se podrían implantar son el riego presurizado ya sea aspersión o goteo con lo que se lograría el aumento a la eficiencia, esto es con un costo un poco mayor pero que a la vez se podrían lograr mejores rendimientos y ahorros del agua.

A partir del Cuadro 13A propuesto por la MISION DEL BANCO MUNDIAL - FAO - Y LA C.N.A. se calculó la eficiencia y distribución, tomando en cuenta la longitud de los canales, revestidos y regaderas construidas en tierra, así como los suelos donde se ubican.

Para el Módulo de riego No. 12 se tiene lo siguiente:

- 53.350 km de canales laterales y sublaterales construidos en tierra.
- 225.68 km de regaderas interparcelarias y parcelarias construidas en tierra.

La distribución de acuerdo con las diferentes texturas de suelo, es de la siguiente forma:

- En los suelos pesados 45.630 km de canales y 177.221 km de regaderas, representando el 79.87% del total.

- En suelos medios 7.720 km. de canales y 48.459 km. de regaderas para el 20.13% del total.

## **RESULTADOS DEL CICLO AGRICOLA 95-96**

### **Primer Cultivo**

La C.N.A. nos dotó un volumen de 46,815 millar de  $m^3$  a nivel punto de control en donde se estableció una superficie de 6772-47-38 has. siendo el volumen servido en parcela de 49,126.590 millares de  $m^3$  y a nivel punto de control de 60,387.184 millares de  $m^3$  obteniendo una lámina neta de 72.540 cm y una lámina bruta de 89.17, con una eficiencia de 81.35 % y un factor de pérdida de 1.229.

### **Segundo Cultivo**

La C.N.A. nos dotó un volumen de 14,385.398 millares de  $m^3$  a nivel punto de control, ya que se traspasó un volumen de 3,726 millares de  $m^3$  a primeros cultivos para completar la necesidad de agua por el cambio de patrón de cultivos, se estableció una superficie de 1,513-89-43 has, en donde la S. de R.L. de I.P. y C.V. nos entregó un volumen de 12,202.488 millares de  $m^3$  a nivel punto de control y el modulo sirvió un volumen de 10,354.032 millares de  $m^3$  a nivel parcela, obteniendo una lámina neta de 68.39 cm y una lámina bruta de 80.60 cm, con una eficiencia de 84.85 % y un factor de pérdida del 1.179 %.

Concluyendo con los resultados de 1er y 2do cultivo, la C.N.A. nos proporcionó un volumen de 64,926.6 millares de  $m^3$  a nivel punto de control, en donde la S. de R.L. de I.P. y C.V. nos entregó un volumen de 72,589.675 millares de

m<sup>3</sup> a nivel punto de control, en donde el modulo sirvió un volumen de 59.480.622 millares de m<sup>3</sup> a nivel parcelario, se obtuvo una lámina de neta de 71.78 cm y una lámina bruta de 87.6, con una eficiencia de conducción del 81.94 % y con un factor de perdida del 1.22 %. El volumen excedido total fue de 7663.075 millares de m<sup>3</sup>

## **V. METODOLOGIA.**

Para la realización de este proyecto, se utilizó la siguientes metodología

### **Inspección de Campo**

Se seleccionó la ubicación del aforador de acuerdo a las condiciones del tramo del canal, a la estimación de cargas disponibles del canal alimentador, remansos en el tramo, tirantes máximos del canal, y así como de mas variables que puedan afectar al aforador.

### **Levantamiento Topográfico**

Con el levantamiento topográfico se comprueba lo estimado en la inspección del campo como es la información requerida para este proyecto: los perfiles de la rasante, bordo y sección transversal del canal. Es de gran importancia para el proyectista que todos estos datos se pasen a papel milimétrico para efectos de proyección. En este caso, las condiciones que presenta el lateral estudiado ( lateral 1+335 del canal 3+300 ) ya tiene su caída y su pila de amortización, por lo que no se toman estas precauciones.

### **Obtención de la Información de Gastos Máximos y Mínimos**

Esto se hace en base a la superficie que domina el lateral, para este cálculo se pueden usar coeficientes unitarios de 1.5 a 2 L.P.S. por hectárea

### **Proyecto en Computadora**

El programa aforador tiene como objetivo servir como auxiliar en el diseño y

calibración de aforadores de garganta larga. los cuales se distinguen en que la longitud de su garganta es grande en relación a la carga de energía máxima que se presenta en el aforador con relación a la plantilla de la garganta. Un limite recomendable para mantener una precisión aceptable, es el siguiente:

$$0.1 \leq H1/TL \leq 1.0$$

Donde : H1= Carga máxima en el aforador, con relación a la garganta del mismo.

TL= Longitud de la garganta .

### **Variables Manejadas en el Programa.**

Las variables que intervienen en el programa se dividen en dos: Las variables que describen la geometría del aforador y el canal en donde se encuentra y, las variables de tipo geométrico pueden verse en forma esquemática en el croquis del AFORADOR (Ver Plano).

### **VARIABLES RELATIVAS A LA GEOMETRIA DEL AFORADOR:**

En el canal de llegada:

B1= Plantilla del Canal.

Z1= Talud de las Paredes.

En el canal del salida:

B2= Plantilla del Canal.

Z2= Talud de las Paredes.

En el Aforador:

BC = plantilla de la garganta.

ZC= Talud de las paredes del aforador.

AL= Distancia de la Sección de Medición del Inicio de la Convergencia.

BL= Longitud de la Rampa de divergencia.

TL= Longitud de la garganta.

DL= Longitud de la Rampa de Divergencia.

P1= Altura del Resalto en Rampa de Convergencia.

P2= Altura del Resalto en Rampa de Divergencia ( normalmente  $P1 = P2$  )

Pmin= Diferencia entre P1 y P2 necesaria para que el aforador no se ahogue.

Pdisp= La diferencia entre P1 y P2.

EN= Pendiente de la Rampa de Convergencia.

EM= Pendiente de la Rampa de Divergencia .

Es de gran validez analizar cuidadosamente los niveles de aguas abajo máximos para cerciorarse de que no ocurran en el ahogamiento del aforador, para el cual el proyectista deberá conocer la carga de que se dispone en el canal alimentador, así como también la altura de la garganta, evitando que se pierda carga al mismo tiempo. Con todos estos datos por interacciones, se escoge la mejor altura del escalón del aforador.

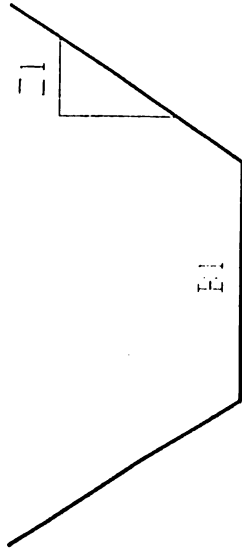
Cuando ya se escogieron los parámetros adecuados en base al análisis, el programa da una tabla de calibración y la ecuación exponencial.

### **Dibujo en Planta, Longitudinal y Transversal**

### **Grabación en una Solera de Acero Inoxidable**

# CRONOGRAMA DEL PROYECTO

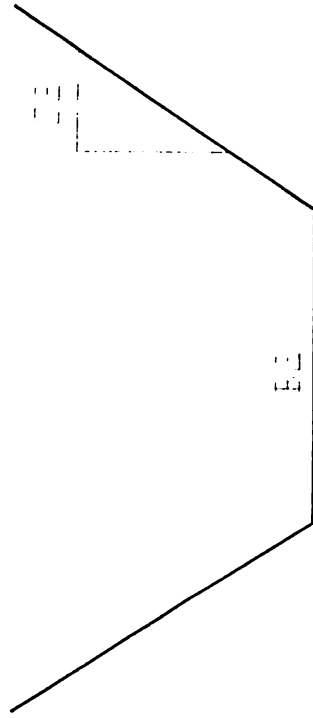
ENTRADA



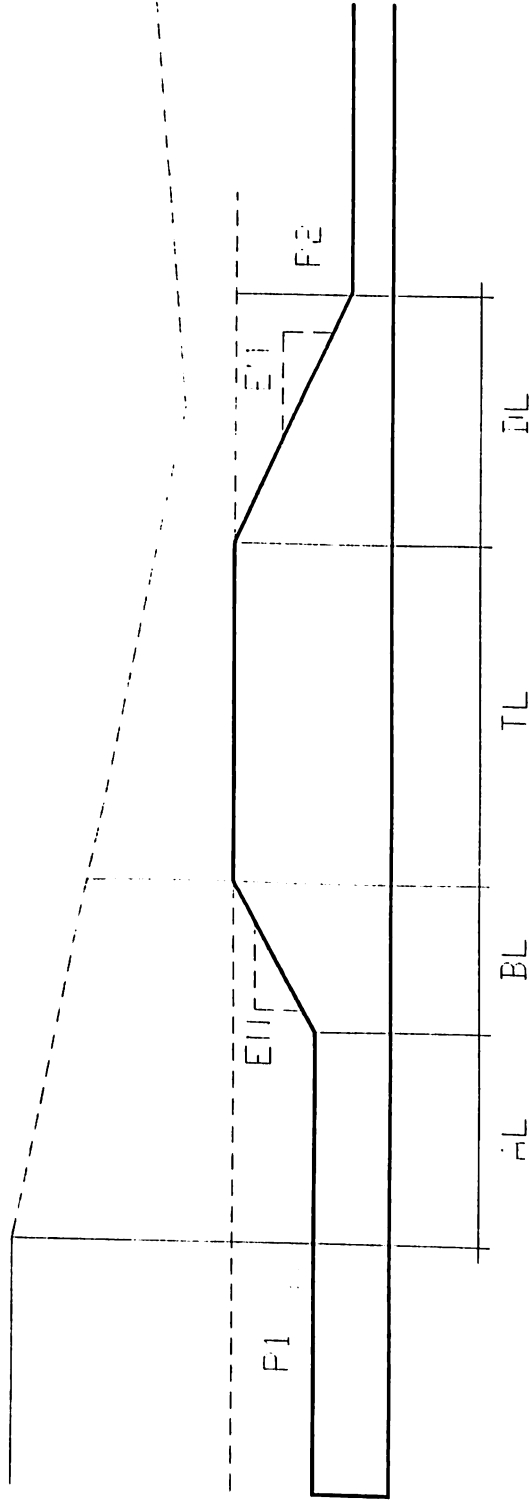
GRABATA



VALIDA



## CORTE LONGITUDINAL



Todos los gastos en los rangos requeridos con números y letras de punto. Ya calculados con la relación del talud correspondiente.

**Elaboración de un Molde para Pintar en el Talud la misma Calibración, pero ésta tipo Estatal para leerse desde la banquetta**

En base a la experiencia se recomienda, verificar las medidas ya construido, si hay errores volver a calibrar, la escala graduada debe estar bien referenciada a la altura de la garganta. Si las medidas no se desfasan en 2 mm., la precisión es tan buena como lo indica el factor de correlación de la ecuación, sin embargo con las condiciones que tienen los canales del módulo se puede formar una capa de sedimentos en la garganta hasta de un centímetro, pero como las lecturas de los aforos son periódicas, la medición es aceptable en canales de tierra y con poca pendiente, se debe estar al tanto de la conservación para que no se ahoguen.

En este proyecto intervienen la S. de R.L. de I.P. y C.V. en el diseño y la supervisión de las medidas y el financiamiento lo hace el modulo.

## VI. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Se construyeron 12 medidores de garganta larga y cresta ancha en los puntos de control más estratégicos del módulo, siendo por donde le entrega el agua la S. de R. L. de I.P. y C. V., como lo indica el ( Cuadro 14A. ). especificando el lateral donde se construyó el medidor, así como también tipo de medidor y la superficie que domina. (Figura 4A).

La tabla de calibración para cada medidor y la ecuación exponencial es la siguiente: Ver ( Cuadro 15A ).

Para ilustrar este trabajo presentamos 2 aforadores: uno de cresta ancha que se construyó en el Lat. 1+335 del 3+300 y otro aforador de garganta larga que se construyó en el Lat. 23+193 del C.P.M.I., anexando sus proyectos en computadora, su ecuación exponencial, el gasto máximo de mandado y la superficie que domina.

Si estos medidores se estandarizaran y se construyeran en serie, la calibración que va en la placa de acero inoxidable, se puede hacer en un torno electrónico o en una maquina similar programable ( prensa ), en el módulo se hicieron a mano.

En los canales de tierra donde se construyeron estos medidores, el personal de conservación debe estar al pendiente del mantenimiento de la rugosidad del lateral para que el aforador no se ahogue.

Con estos medidores se concluye la siguiente:

- Se pueden realizar inspecciones relámpago por el directivo del modulo, por el gerente del modulo y auxiliares para verificar los caudales que están recibiendo en los puntos de control.

- Mayor confiabilidad en la información de los volúmenes que recibe el módulo, determinando la eficiencia de conducción en los laterales con diferentes gastos reales, así como también veracidad en la estadística para evaluar y clasificar la eficiencia de conducción que sirva como parámetro para la toma de decisiones de los programas de conservación de los laterales y así como el funcionamiento del personal de operación. (Figura 5A).

- Con la construcción de estos medidores se acabarán los malos entendidos y discusiones con el personal de la S. de R.L. de I.P y C.V. que es la responsable de las entregas del agua al módulo.

- Se ahorra mas tiempo, en horas - hombre, es decir que con los métodos anteriores nuestro personal del módulo empleaba hasta 2 o 3 horas verificando mediante los aforos con el personal de la S. de R.L. de I.P. y C.V. , y ahora ese tiempo lo emplea el personal en implementar programas para incrementar eficiencias de aplicación a nivel parcela siendo uno de los problemas de gran importancia en el módulo por el mal uso y manejo del agua a nivel parcela y se incrementan laminas netas por riego a consecuencia de que los regadores no riegan los 24 horas, no teniendo los avances deseados de hectareas-riego por día y esto provoca, que el módulo obtenga bajas eficiencias, perdiendo volúmenes de agua hacia los drenes.

En cuanto a lo económico estos medidores son mas baratos en comparación con los puentes de aforo con molinete como se muestra en el Cuadro 16A.

## **VENTAJAS DE LOS AFORADORES ACTUALES Y COMPARACION DE LOS METODOS ANTERIORES**

### *VENTAJAS CON LOS AFORADORES ACTUALES*

- Aforos instantáneos por cualquier persona.
- Confiabilidad en la estadística para la toma de decisiones.
- Impacto ambiental positivo.
- Si hay errores en las medidas al construirse, se puede corregir la calibración.
- Son obras contempladas dentro de los programas de modernización.
- Inicio de una nueva cultura del agua. con su medición.
- Se pueden calibrar las compuertas aguas abajo con los Q. del aforador.

### *COMPARACION CON LOS METODOS ANTERIORES*

- Con molinete se requiere de 10 a 20 minutos, y debe de ser la persona indicada.
- Las muestras son solo estimadas y con molinete se cometen muchos errores.
- Con el costo de un puente de aforo para 600 L.P.S. se pueden construir de 2 a 3 aforadores.
- Casi siempre hay inconformidad con una de las partes.
- Hay un puente de aforo que nunca se ha usado porque está mal ubicado.
- Obsoletos y poco prácticos.
- Nada más el aforador y unas cuantas personas conocen el caudal medido.
- Se quiere una brigada y puentes de aforo portátiles.

# PROGRAMA DE DISEÑO DE AFORADORES DE GARGANTA LARGA

Versión 1.01

## NECESIDADES HIDRAULICAS

Gama de caudales a medir

Nivel del agua

Q minimo = 0.1000  
Q maximo = 1.8000  
Q intervalo= 0.0200

Y canal = 0.9860  
Rugosidad (Manning)= 0.00200  
Pendiente del canal = 0.00100

### GEOMETRIA DEL CANAL

B1 = 2.500 B2 = 2.500

Z1 = 1.500 Z2 = 1.500

AP disp = 0.000

### GEOMETRIA DEL AFORADOR

BC = 1.500 ZC = 0.000

AL = 1.800 BL = 0.600 TL = 0.800

DL = 0.350 P1 = 0.200 P2 =\* 0.200

EM =\* 1.750 EN =\* 3.000 Rugosidad= 0.00200000

\* DATO CALCULADO POR EL PROGRAMA

F1= Calcular Y max  
F2= Ver Tabla de calibración  
F3= Realizar calculos  
F4= Imprimir resultados  
F9= Ver Grafica de calibración

F2= Dar recomendación  
F4= Ver croquis del aforador  
F6= Cargar datos  
F8= Salvar datos  
Shift+F10= TERMINAR

Shift+F1 = Ayuda

Shift+F2 = Ver remanso

Ctrl+Home = Iniciar todo

| CAUDAL            | TIRANTE<br>DE<br>MEDICION | FROUDE | H1/TL | MAX PROF.<br>CANAL DE<br>SALIDA | TIRANTE<br>NORMAL | AHOGAMIENTO<br>MAXIMO |
|-------------------|---------------------------|--------|-------|---------------------------------|-------------------|-----------------------|
| M <sup>3</sup> /S | M                         |        |       | M                               | M                 |                       |
| .1000             | .3169                     | .06485 | .146  | .2885                           | .0276             | 91.0411               |
| .1200             | .3318                     | .07230 | .165  | .3006                           | .0308             | 90.5776               |
| .1400             | .3459                     | .07891 | .182  | .3119                           | .0338             | 90.1960               |
| .1600             | .3592                     | .08483 | .199  | .3228                           | .0366             | 89.8742               |
| .1800             | .3720                     | .09018 | .215  | .3333                           | .0393             | 89.5975               |
| .2000             | .3843                     | .09504 | .230  | .3434                           | .0419             | 89.3560               |
| .2200             | .3962                     | .09949 | .245  | .3532                           | .0443             | 89.1424               |
| .2400             | .4078                     | .10358 | .260  | .3627                           | .0467             | 88.9514               |
| .2600             | .4190                     | .10735 | .274  | .3720                           | .0490             | 88.7790               |
| .2800             | .4299                     | .11084 | .287  | .3810                           | .0512             | 88.6222               |
| .3000             | .4406                     | .11408 | .301  | .3898                           | .0534             | 88.4785               |
| .3200             | .4510                     | .11710 | .314  | .3993                           | .0555             | 88.3431               |
| .3400             | .4612                     | .11992 | .327  | .4069                           | .0575             | 88.2233               |
| .3600             | .4712                     | .12257 | .339  | .4152                           | .0595             | 88.1088               |
| .3800             | .4810                     | .12504 | .351  | .4233                           | .0615             | 88.0017               |
| .4000             | .4907                     | .12737 | .363  | .4313                           | .0634             | 87.9011               |
| .4200             | .5002                     | .12956 | .375  | .4392                           | .0653             | 87.8061               |
| .4400             | .5095                     | .13163 | .387  | .4469                           | .0671             | 87.7153               |
| .4600             | .5187                     | .13358 | .398  | .4545                           | .0689             | 87.6310               |
| .4800             | .5277                     | .13543 | .410  | .4620                           | .0707             | 87.5499               |
| .5000             | .5367                     | .13718 | .421  | .4694                           | .0724             | 87.4724               |
| .5200             | .5455                     | .13883 | .432  | .4768                           | .0742             | 87.3984               |
| .5400             | .5542                     | .14040 | .443  | .4840                           | .0759             | 87.3274               |
| .5600             | .5628                     | .14190 | .453  | .4911                           | .0775             | 87.2590               |
| .5800             | .5713                     | .14332 | .464  | .4981                           | .0792             | 87.1936               |
| .6000             | .5797                     | .14467 | .475  | .5051                           | .0808             | 87.1303               |
| .6200             | .5880                     | .14595 | .485  | .5119                           | .0824             | 87.0692               |
| .6400             | .5962                     | .14718 | .495  | .5188                           | .0840             | 87.0103               |
| .6600             | .6043                     | .14835 | .505  | .5255                           | .0855             | 86.9531               |
| .6800             | .6124                     | .14947 | .515  | .5321                           | .0871             | 86.8977               |
| .7000             | .6203                     | .15053 | .525  | .5387                           | .0886             | 86.8439               |
| .7200             | .6282                     | .15155 | .535  | .5453                           | .0901             | 86.7917               |
| .7400             | .6361                     | .15252 | .545  | .5517                           | .0916             | 86.7403               |
| .7600             | .6438                     | .15345 | .555  | .5581                           | .0930             | 86.6893               |
| .7800             | .6515                     | .15435 | .564  | .5645                           | .0945             | 86.6430               |
| .8000             | .6591                     | .15520 | .574  | .5708                           | .0959             | 86.5999               |
| .8200             | .6667                     | .15602 | .583  | .5770                           | .0973             | 86.5590               |
| .8400             | .6742                     | .15680 | .593  | .5832                           | .0988             | 86.5051               |
| .8600             | .6816                     | .15755 | .602  | .5893                           | .1001             | 86.4611               |
| .8800             | .6890                     | .15827 | .611  | .5954                           | .1015             | 86.4181               |
| .9000             | .6963                     | .15896 | .620  | .6014                           | .1029             | 86.3761               |
| .9200             | .7036                     | .15962 | .629  | .6074                           | .1043             | 86.3348               |
| .9400             | .7108                     | .16026 | .639  | .6134                           | .1056             | 86.2944               |
| .9600             | .7180                     | .16088 | .647  | .6193                           | .1069             | 86.2547               |
| .9800             | .7251                     | .16145 | .656  | .6252                           | .1083             | 86.2158               |
| 1.0000            | .7322                     | .16201 | .665  | .6310                           | .1096             | 86.1776               |
| 1.0200            | .7392                     | .16255 | .674  | .6367                           | .1109             | 86.1400               |
| 1.0400            | .7462                     | .16307 | .683  | .6425                           | .1122             | 86.1021               |
| 1.0600            | .7531                     | .16357 | .691  | .6482                           | .1134             | 86.0656               |
| 1.0800            | .7599                     | .16405 | .700  | .6539                           | .1147             | 86.0291               |
| 1.1000            | .7667                     | .16452 | .709  | .6596                           | .1159             | 85.9931               |

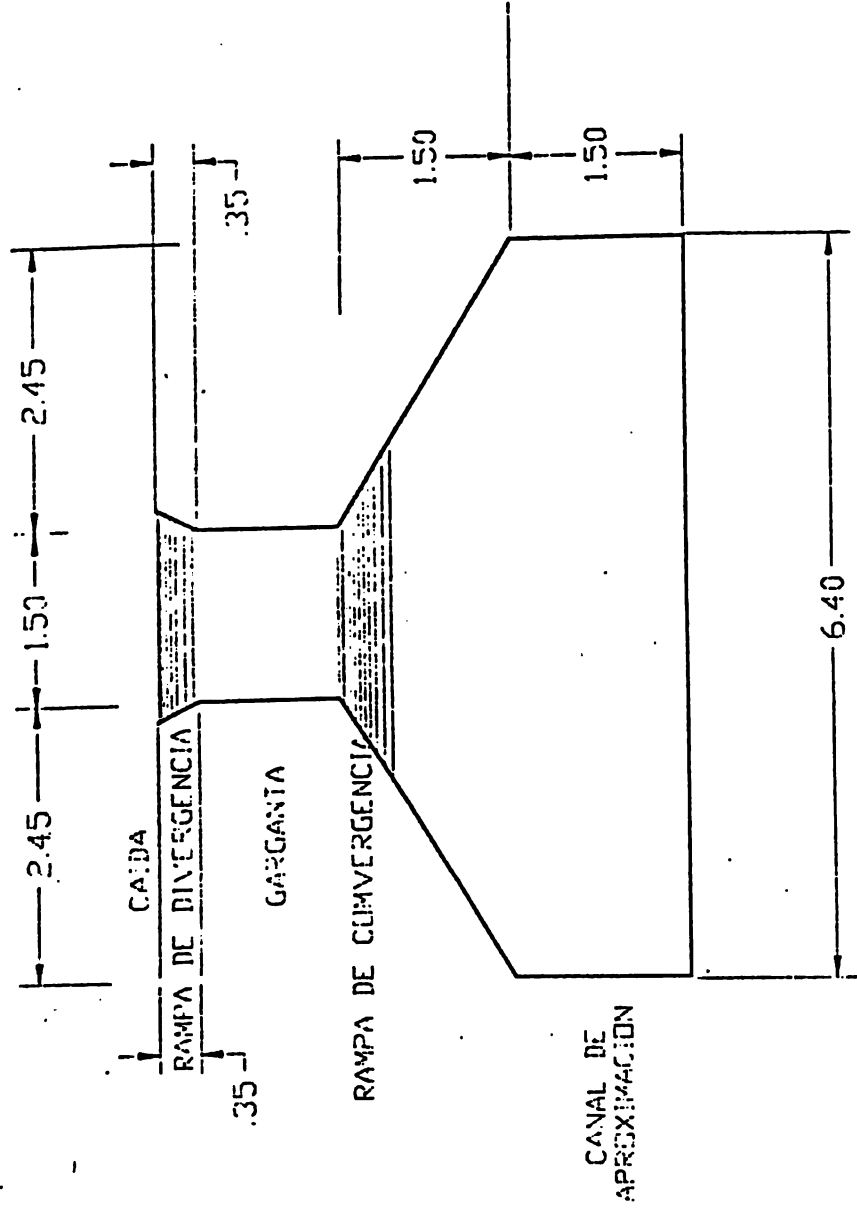
LAT. 23+193 I DEL C.P.M.I.

| CAUDAL<br>M <sup>3</sup> /S | TIRANTE<br>DE<br>MEDICION<br>M | FROUDE | H1/TL | MAX PROF.<br>CANAL DE<br>SALIDA<br>M | TIRANTE<br>NORMAL<br>M | AHOGAMIENTO<br>MAXIMO |
|-----------------------------|--------------------------------|--------|-------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1.1200                      | .7737                          | .16495 | .717  | .6651                                | .1172                  | 85.9014               |
| 1.1400                      | .7805                          | .16537 | .726  | .6706                                | .1185                  | 85.9273               |
| 1.1600                      | .7872                          | .16578 | .734  | .6761                                | .1197                  | 85.9537               |
| 1.1800                      | .7939                          | .16617 | .742  | .6816                                | .1209                  | 85.9807               |
| 1.2400                      | .8138                          | .16726 | .767  | .6979                                | .1245                  | 85.7041               |
| 1.2600                      | .8203                          | .16759 | .775  | .7033                                | .1257                  | 85.7328               |
| 1.2800                      | .8268                          | .16792 | .784  | .7086                                | .1269                  | 85.7619               |
| 1.3000                      | .8333                          | .16822 | .792  | .7139                                | .1281                  | 85.6714               |
| 1.3200                      | .8398                          | .16852 | .800  | .7192                                | .1293                  | 85.6412               |
| 1.3400                      | .8462                          | .16881 | .808  | .7244                                | .1304                  | 85.6115               |
| 1.3600                      | .8526                          | .16908 | .816  | .7297                                | .1316                  | 85.5821               |
| 1.3800                      | .8589                          | .16934 | .824  | .7348                                | .1327                  | 85.5530               |
| 1.4000                      | .8653                          | .16959 | .832  | .7400                                | .1339                  | 85.5243               |
| 1.4200                      | .8716                          | .16984 | .839  | .7452                                | .1350                  | 85.4969               |
| 1.4400                      | .8778                          | .17007 | .847  | .7503                                | .1361                  | 85.4678               |
| 1.4600                      | .8841                          | .17029 | .855  | .7554                                | .1372                  | 85.4400               |
| 1.4800                      | .8903                          | .17051 | .863  | .7604                                | .1384                  | 85.4125               |
| 1.5000                      | .8965                          | .17071 | .871  | .7655                                | .1395                  | 85.3853               |
| 1.5200                      | .9026                          | .17091 | .878  | .7705                                | .1406                  | 85.3584               |
| 1.5400                      | .9088                          | .17109 | .886  | .7755                                | .1417                  | 85.3319               |
| 1.5600                      | .9149                          | .17127 | .894  | .7804                                | .1427                  | 85.3056               |
| 1.5800                      | .9210                          | .17145 | .901  | .7854                                | .1438                  | 85.2794               |
| 1.6000                      | .9270                          | .17161 | .909  | .7903                                | .1449                  | 85.2536               |
| 1.6200                      | .9331                          | .17177 | .916  | .7952                                | .1460                  | 85.2280               |
| 1.6400                      | .9391                          | .17192 | .924  | .8001                                | .1470                  | 85.2026               |
| 1.6600                      | .9451                          | .17206 | .931  | .8050                                | .1481                  | 85.1775               |
| 1.6800                      | .9510                          | .17220 | .939  | .8098                                | .1492                  | 85.1526               |
| 1.7000                      | .9569                          | .17233 | .946  | .8146                                | .1502                  | 85.1278               |
| 1.7200                      | .9629                          | .17246 | .954  | .8194                                | .1513                  | 85.1033               |
| 1.7400                      | .9688                          | .17258 | .961  | .8242                                | .1523                  | 85.0789               |
| 1.7600                      | .9746                          | .17269 | .968  | .8290                                | .1533                  | 85.0548               |
| 1.7800                      | .9805                          | .17280 | .976  | .8337                                | .1544                  | 85.0310               |
| 1.8000                      | .9863                          | .17290 | .983  | .8384                                | .1554                  | 85.0073               |

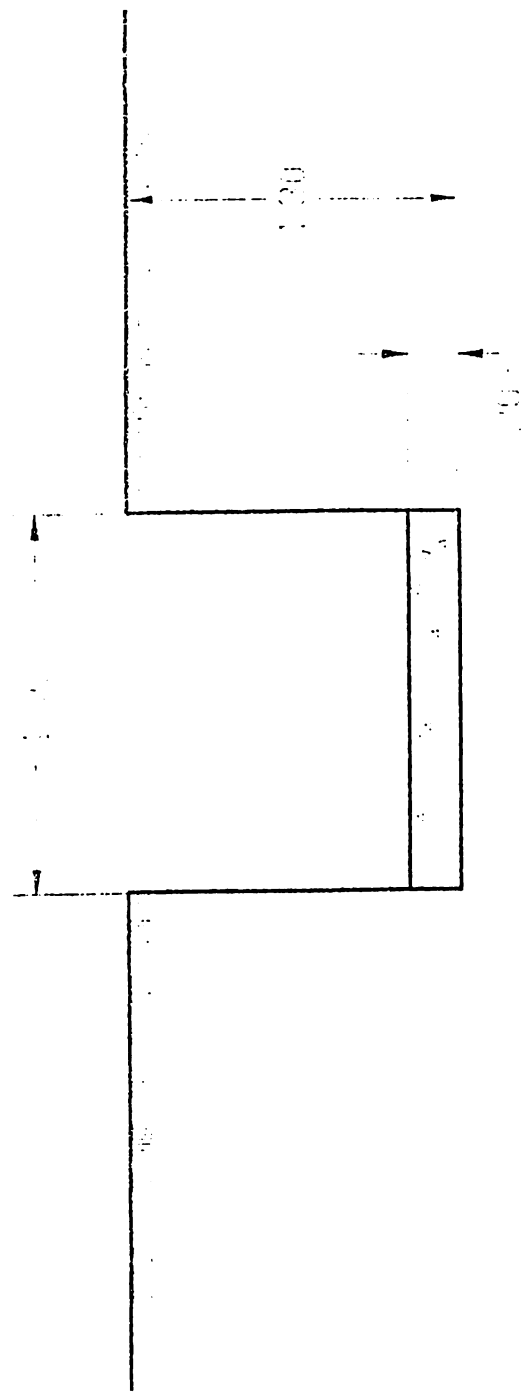
$$Q = -0.265835 + 0.640219Y + 1.481677 Y^2$$

$$R^2 = 0.999942$$

DETALLE DE APROXIMACION  
LAT. 23+193 DEL C.F.M.I.

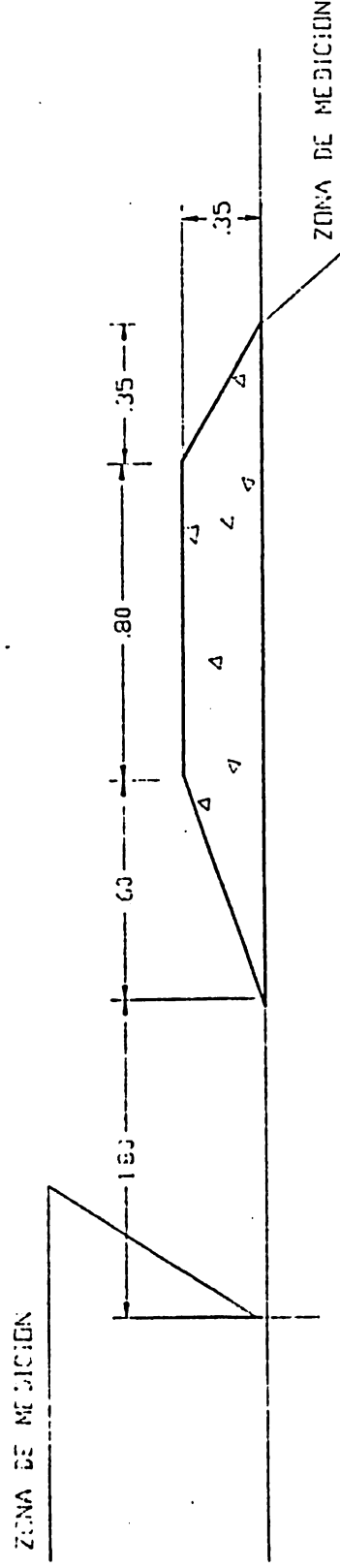


PIANTA



CURFE FRANKLIN  
 CURFE

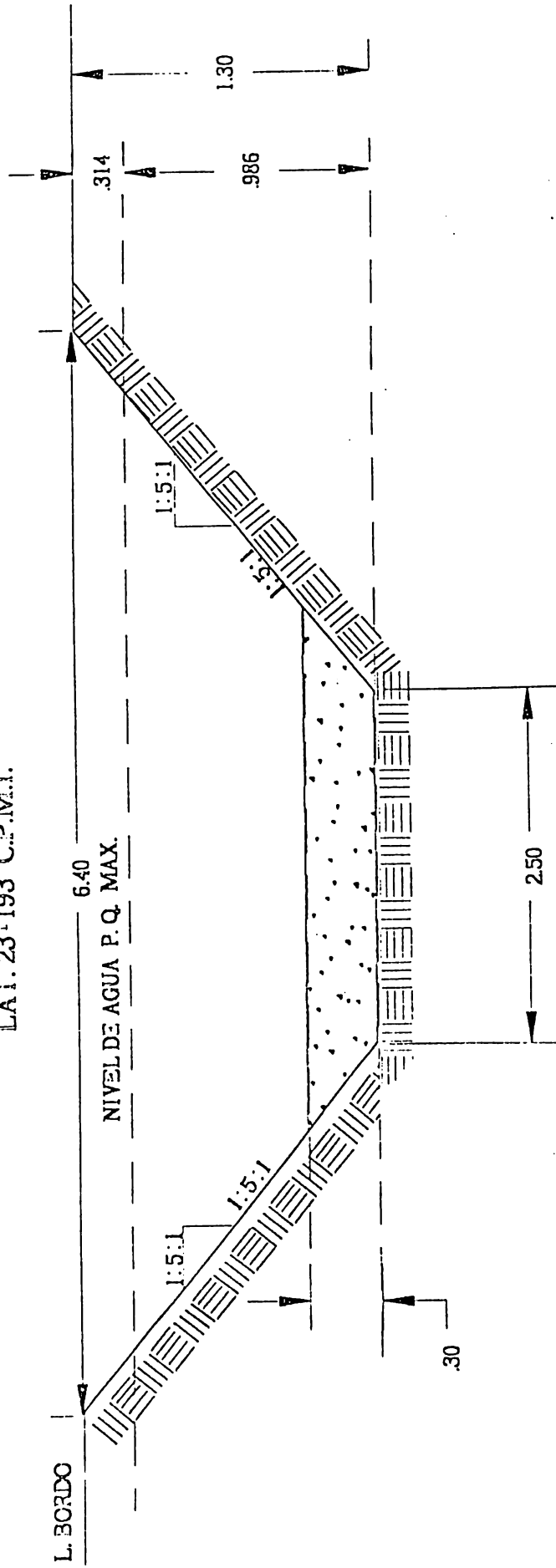
AT 23-12-00 0000



CORTE LONGITUDINAL  
AFORADOR  
LAT. 23+193 DEL C.F.M.I.

# CORTE TRANSVERSAL

LAT. 23° 19' 3 C.P.M.I.



14335

|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| PROGRAMA DE DISEÑO DE AFORADORES DE GARGANTA LARGA |
|----------------------------------------------------|

Versión 1.01

NECESIDADES HIDRAULICAS

Gama de caudales a medir

Nivel del agua

Q minimo = 0.1000  
 Q maximo = 1.5000  
 Q intervalo= 0.0200

Y canal = 0.6880  
 Rugosidad (Manning)= 0.00200  
 Pendiente del canal = 0.00100

GEOMETRIA DEL CANAL

B1 = 2.000 B2 = 2.000  
 Z1 = 1.500 Z2 = 1.500

NP disp = 0.000

GEOMETRIA DEL AFORADOR

BC = 2.900 ZC = 1.500  
 AL = 0.550 BL = 0.800 TL = 0.800  
 DL = 1.500 P1 = 0.300 P2 =\* 0.300  
 EM =\* 5.000 EN =\* 2.667 Rugosidad= 0.00200000

\* DATO CALCULADO POR EL PROGRAMA

F1= Calcular Y max  
 F3= Ver Tabla de calibración  
 F5= Realizar calculos  
 F7= Imprimir resultados  
 F9= Ver Grafica de calibración

F2= Dar recomendación  
 F4= Ver croquis del aforador  
 F6= Cargar datos  
 F8= Salvar datos  
 Shift+F10= TERMINAR

Shift+F1 = Ayuda

Shift+F2 = Ver remanso

Ctrl+Home = Iniciar todo

| CAUDAL            | TIRANTE<br>DE<br>MEDICION | FROUDE | H1/TL | MAX PROF.<br>CANAL DE<br>SALIDA | TIRANTE<br>NORMAL | ANEGAMIENTO<br>MAXIMO |
|-------------------|---------------------------|--------|-------|---------------------------------|-------------------|-----------------------|
| M <sup>3</sup> /S | M                         |        |       | M                               | M                 |                       |
| .1000             | .3741                     | .06023 | .093  | .3004                           | 0.0000            | 95.3478               |
| .1200             | .3833                     | .06944 | .104  | .3685                           | 0.0000            | 95.1575               |
| .1400             | .3919                     | .07810 | .115  | .3762                           | 0.0000            | 95.0077               |
| .1600             | .4000                     | .08627 | .125  | .3835                           | 0.0000            | 95.8821               |
| .1800             | .4077                     | .09402 | .135  | .3905                           | 0.0000            | 95.7212               |
| .2000             | .4151                     | .10139 | .144  | .3973                           | 0.0000            | 95.6009               |
| .2200             | .4222                     | .10842 | .153  | .4038                           | 0.0000            | 95.5217               |
| .2400             | .4291                     | .11514 | .161  | .4101                           | 0.0000            | 95.5000               |
| .2600             | .4357                     | .12159 | .170  | .4162                           | 0.0000            | 95.5106               |
| .2800             | .4421                     | .12778 | .178  | .4221                           | 0.0000            | 95.4770               |
| .3000             | .4483                     | .13374 | .185  | .4279                           | 0.0000            | 95.4420               |
| .3200             | .4544                     | .13948 | .193  | .4335                           | 0.0000            | 95.4126               |
| .3400             | .4603                     | .14503 | .200  | .4391                           | 0.0000            | 95.3879               |
| .3600             | .4660                     | .15038 | .208  | .4444                           | 0.0000            | 95.3673               |
| .3800             | .4716                     | .15557 | .215  | .4497                           | 0.0000            | 95.3501               |
| .4000             | .4771                     | .16059 | .221  | .4549                           | 0.0000            | 95.3360               |
| .4200             | .4825                     | .16547 | .228  | .4600                           | 0.0000            | 95.3243               |
| .4400             | .4878                     | .17020 | .235  | .4649                           | 0.0000            | 95.3156               |
| .4600             | .4929                     | .17479 | .241  | .4698                           | 0.0000            | 95.3096               |
| .4800             | .4980                     | .17926 | .248  | .4746                           | 0.0000            | 95.3034               |
| .5000             | .5030                     | .18361 | .254  | .4793                           | 0.0000            | 95.2998               |
| .5200             | .5079                     | .18785 | .260  | .4840                           | 0.0000            | 95.2977               |
| .5400             | .5127                     | .19198 | .266  | .4886                           | 0.0000            | 95.2968               |
| .5600             | .5174                     | .19601 | .272  | .4931                           | 0.0000            | 95.2970               |
| .5800             | .5220                     | .19994 | .278  | .4975                           | 0.0000            | 95.2982               |
| .6000             | .5266                     | .20378 | .283  | .5019                           | 0.0000            | 95.3003               |
| .6200             | .5311                     | .20753 | .289  | .5062                           | 0.0000            | 95.3033               |
| .6400             | .5356                     | .21119 | .294  | .5105                           | 0.0000            | 95.3069               |
| .6600             | .5400                     | .21478 | .300  | .5147                           | 0.0000            | 95.3112               |
| .6800             | .5443                     | .21829 | .305  | .5188                           | 0.0000            | 95.3161               |
| .7000             | .5485                     | .22172 | .311  | .5229                           | 0.0000            | 95.3215               |
| .7200             | .5528                     | .22509 | .316  | .5270                           | 0.0000            | 95.3274               |
| .7400             | .5570                     | .22838 | .321  | .5310                           | 0.0000            | 95.3337               |
| .7600             | .5611                     | .23162 | .326  | .5349                           | 0.0000            | 95.3404               |
| .7800             | .5651                     | .23478 | .331  | .5388                           | 0.0000            | 95.3474               |
| .8000             | .5692                     | .23789 | .336  | .5427                           | 0.0000            | 95.3547               |
| .8200             | .5731                     | .24094 | .341  | .5465                           | 0.0000            | 95.3622               |
| .8400             | .5771                     | .24394 | .346  | .5503                           | 0.0000            | 95.3701               |
| .8600             | .5809                     | .24688 | .351  | .5541                           | 0.0000            | 95.3781               |
| .8800             | .5848                     | .24977 | .356  | .5578                           | 0.0000            | 95.3864               |
| .9000             | .5886                     | .25260 | .361  | .5615                           | 0.0000            | 95.3949               |
| .9200             | .5923                     | .25539 | .365  | .5651                           | 0.0000            | 95.4033               |
| .9400             | .5961                     | .25813 | .370  | .5687                           | 0.0000            | 95.4114               |
| .9600             | .5999                     | .26083 | .375  | .5723                           | 0.0000            | 95.4194               |
| .9800             | .6034                     | .26348 | .379  | .5759                           | 0.0000            | 95.4272               |
| 1.0000            | .6070                     | .26609 | .384  | .5793                           | 0.0000            | 95.4349               |
| 1.0200            | .6107                     | .26866 | .388  | .5828                           | 0.0000            | 95.4424               |
| 1.0400            | .6144                     | .27119 | .393  | .5862                           | 0.0000            | 95.4498               |
| 1.0600            | .6181                     | .27368 | .397  | .5897                           | 0.0000            | 95.4571               |
| 1.0800            | .6218                     | .27613 | .401  | .5931                           | 0.0000            | 95.4643               |

LAT. 14335 DEL 34300

| CAUDAL            | TIRANTE<br>DE<br>MEDICION | PROUDE | H1/TL | MAX PROF.<br>CANAL DE<br>SALIDA | TIRANTE<br>NORMAL | ALCANCE<br>MAXIMO |
|-------------------|---------------------------|--------|-------|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| M <sup>3</sup> /S | M                         |        |       | M                               | M                 |                   |
| 1.1000            | .6246                     | .27855 | .406  | .5964                           | 0.0000            | 95.4851           |
| 1.1200            | .6281                     | .28092 | .410  | .5998                           | 0.0000            | 95.4910           |
| 1.1400            | .6315                     | .28327 | .414  | .6031                           | 0.0000            | 95.4970           |
| 1.1600            | .6348                     | .28558 | .419  | .6064                           | 0.0000            | 95.5030           |
| 1.1800            | .6382                     | .28786 | .423  | .6096                           | 0.0000            | 95.5090           |
| 1.2000            | .6415                     | .29011 | .427  | .6129                           | 0.0000            | 95.5150           |
| 1.2200            | .6448                     | .29232 | .431  | .6161                           | 0.0000            | 95.5210           |
| 1.2400            | .6481                     | .29451 | .435  | .6192                           | 0.0000            | 95.5270           |
| 1.2600            | .6513                     | .29666 | .439  | .6224                           | 0.0000            | 95.5330           |
| 1.2800            | .6545                     | .29879 | .443  | .6255                           | 0.0000            | 95.5390           |
| 1.3000            | .6577                     | .30089 | .447  | .6286                           | 0.0000            | 95.5450           |
| 1.3200            | .6609                     | .30296 | .451  | .6317                           | 0.0000            | 95.5510           |
| 1.3400            | .6640                     | .30501 | .455  | .6348                           | 0.0000            | 95.5570           |
| 1.3600            | .6672                     | .30703 | .459  | .6379                           | 0.0000            | 95.5630           |
| 1.3800            | .6703                     | .30902 | .463  | .6409                           | 0.0000            | 95.5690           |
| 1.4000            | .6733                     | .31099 | .467  | .6439                           | 0.0000            | 95.5750           |
| 1.4200            | .6764                     | .31294 | .471  | .6469                           | 0.0000            | 95.5810           |
| 1.4400            | .6794                     | .31486 | .474  | .6499                           | 0.0000            | 95.5870           |
| 1.4600            | .6825                     | .31676 | .478  | .6528                           | 0.0000            | 95.5930           |
| 1.4800            | .6855                     | .31863 | .482  | .6558                           | 0.0000            | 95.5990           |
| 1.5000            | .6884                     | .32049 | .485  | .6587                           | 0.0000            | 95.6050           |

ECUACION PARA CALCULAR EL CAUDAL

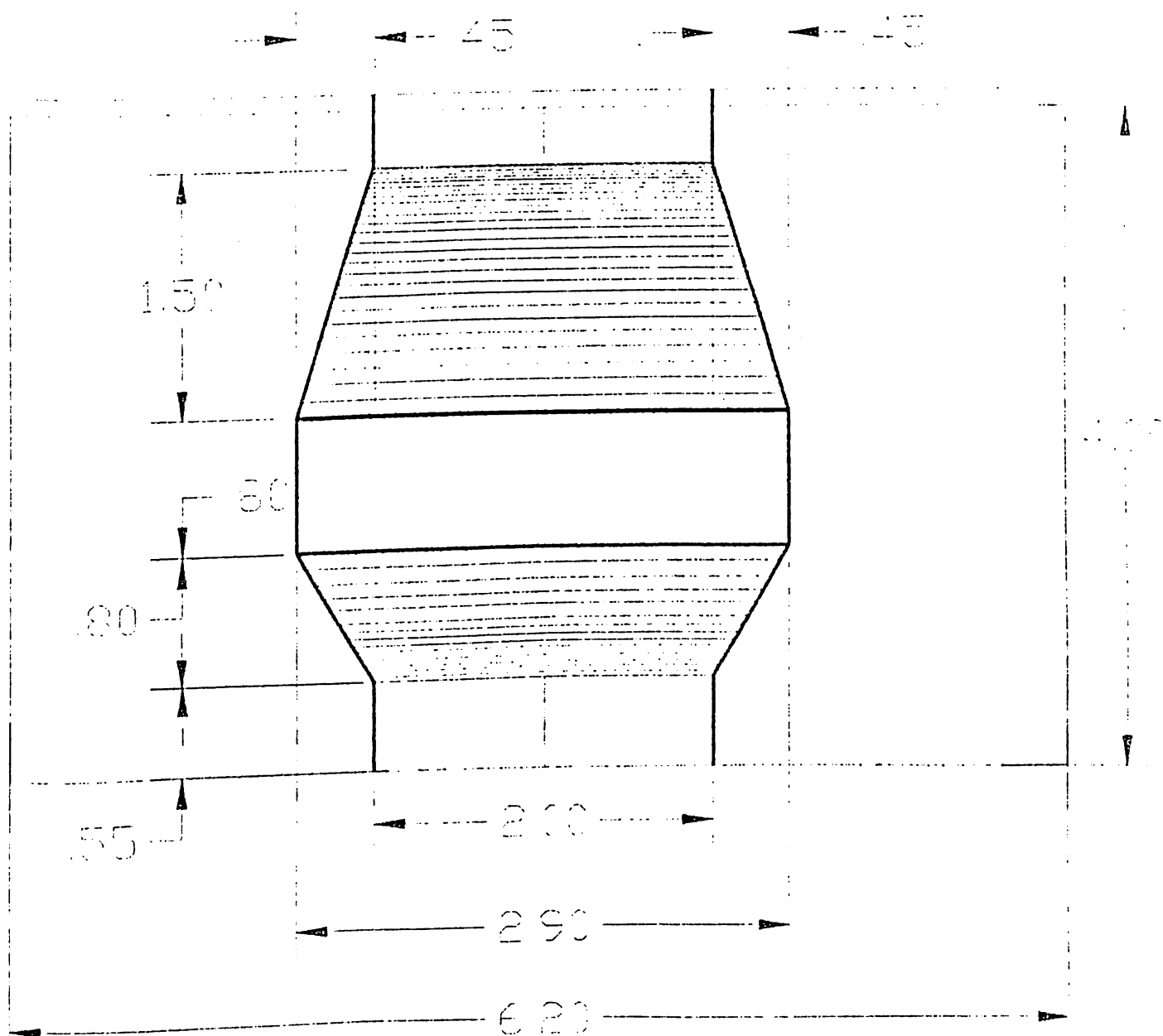
$$Q = 0.2950811 + -0.236677Y + 7.242534 Y^2$$

$$R^2 = 0.999999$$

Y=TIRANTE EN MTS.

1/400 DE DIBUJO DE ARQUITECTURA

1/400 DE DIBUJO DE ARQUITECTURA

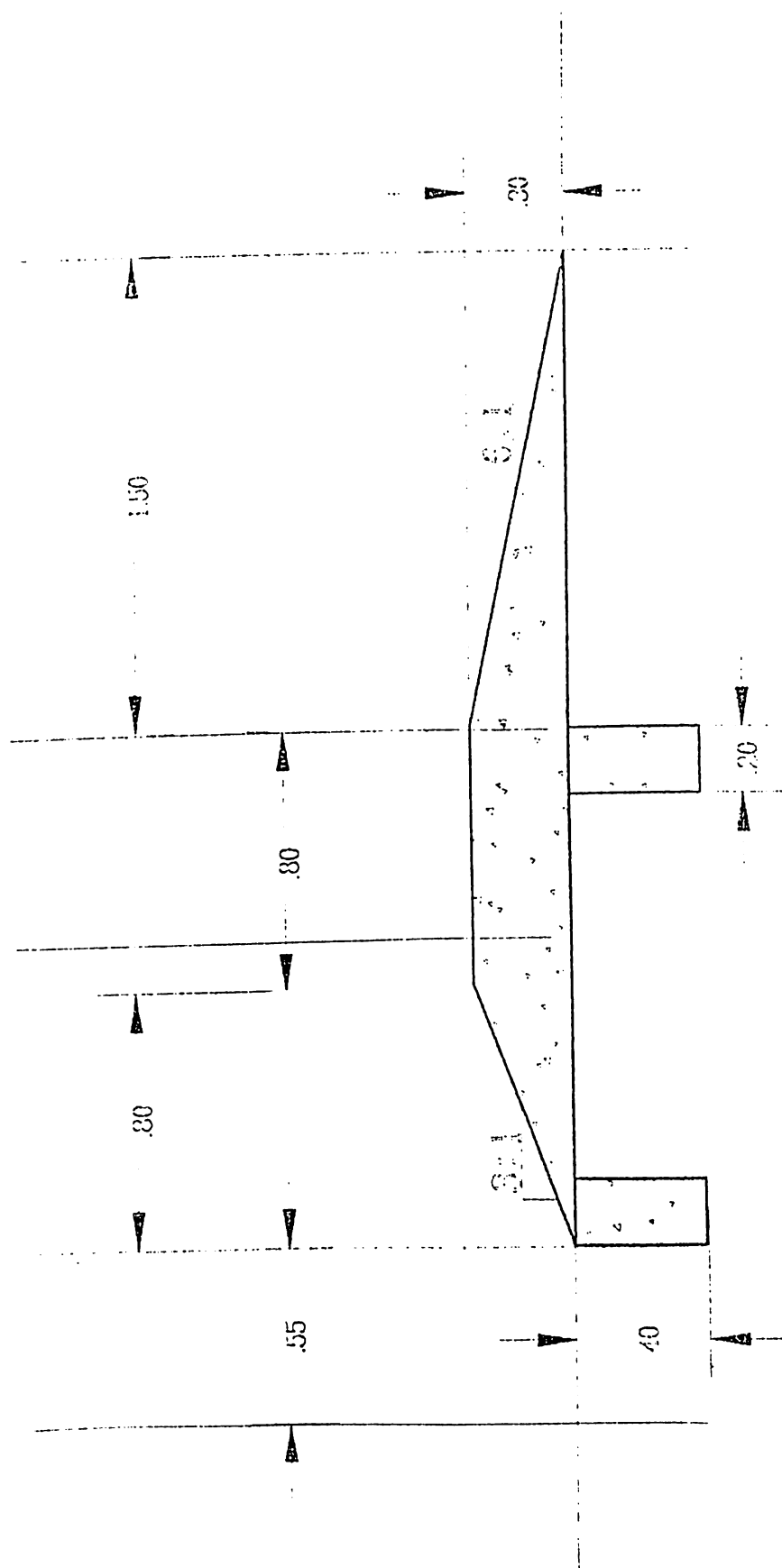


PLANTA

BANCO DE TESIS

# CERTIFICATE

AT 195-111-03-300



# CORTE TRANSVERSAL

LAT. 1+335 DEL C.P. 3+300

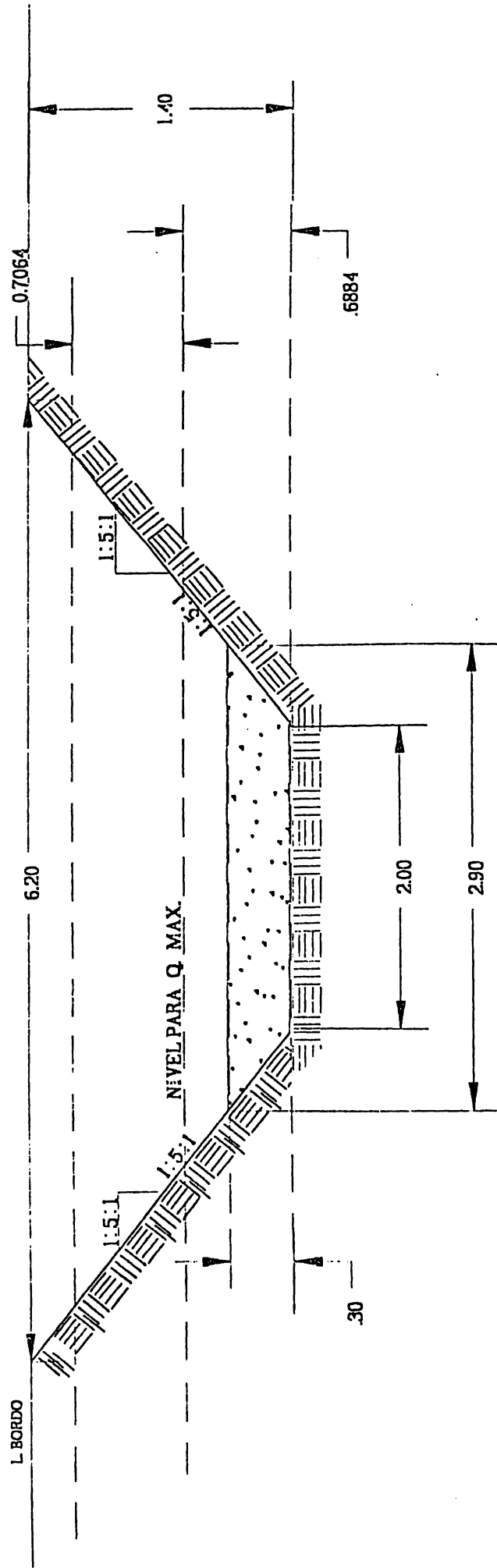
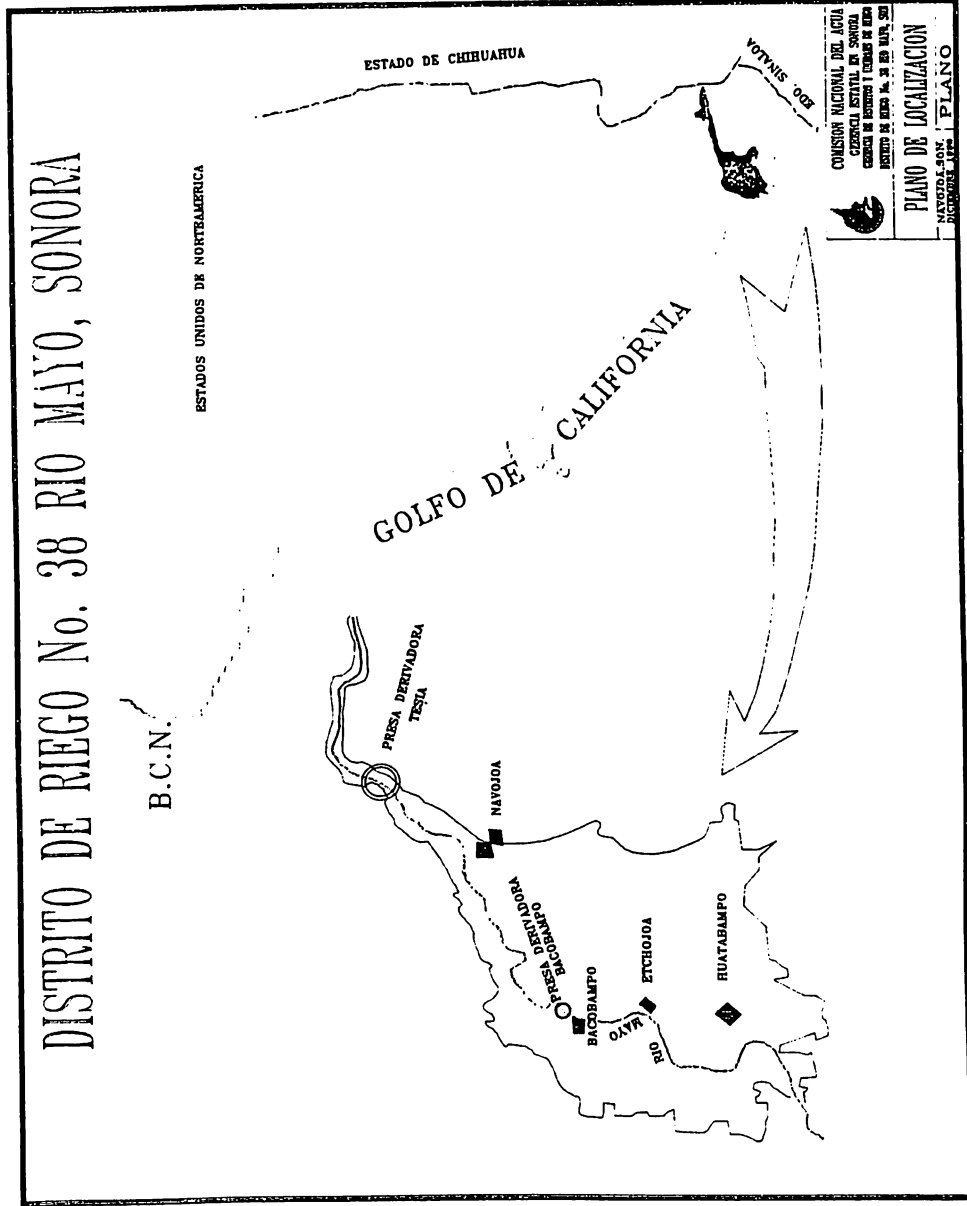


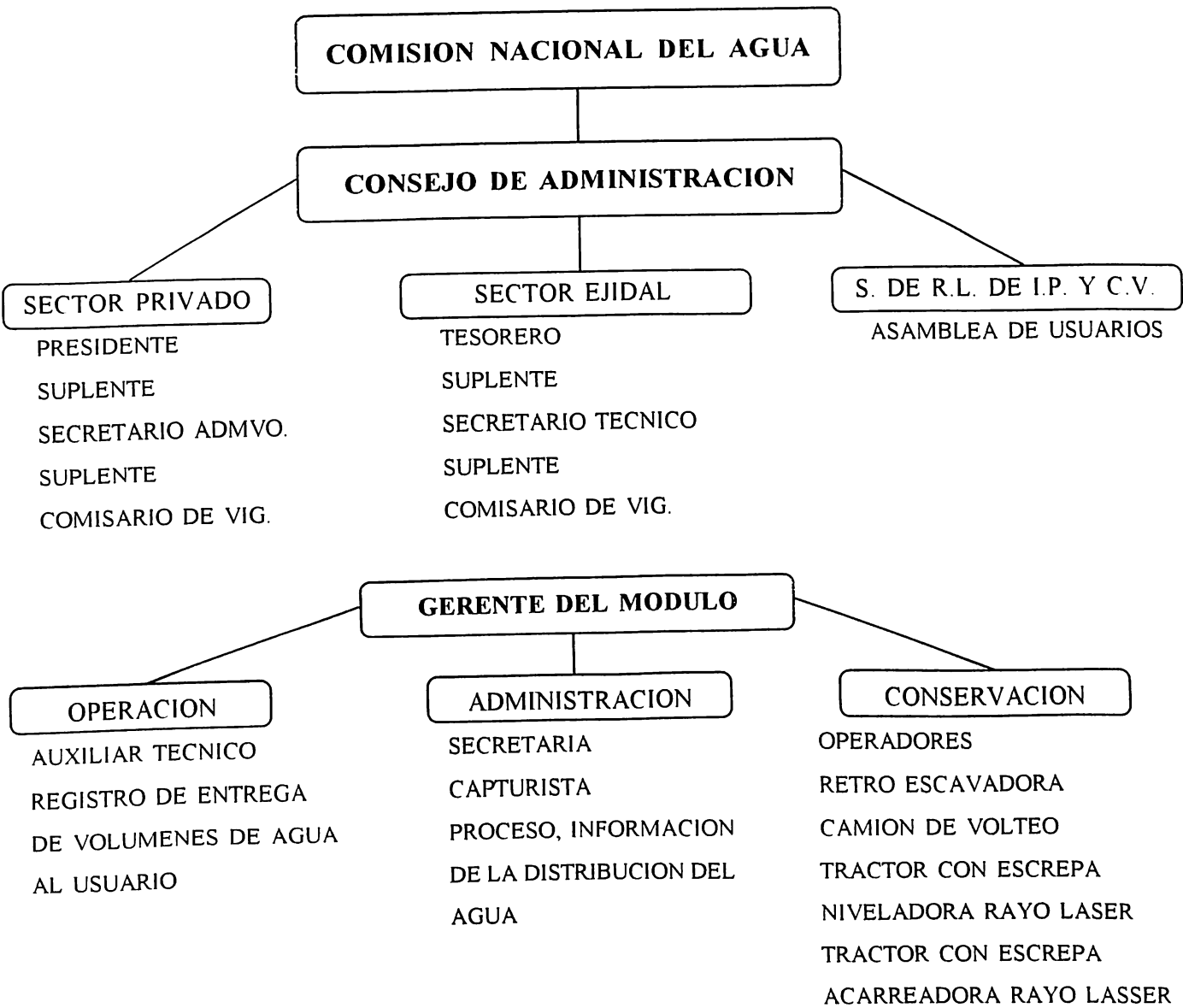
FIGURA 1A

LOCALIZACION DEL DISTRITO DE RIEGO 038 RIO MAYO, SONORA



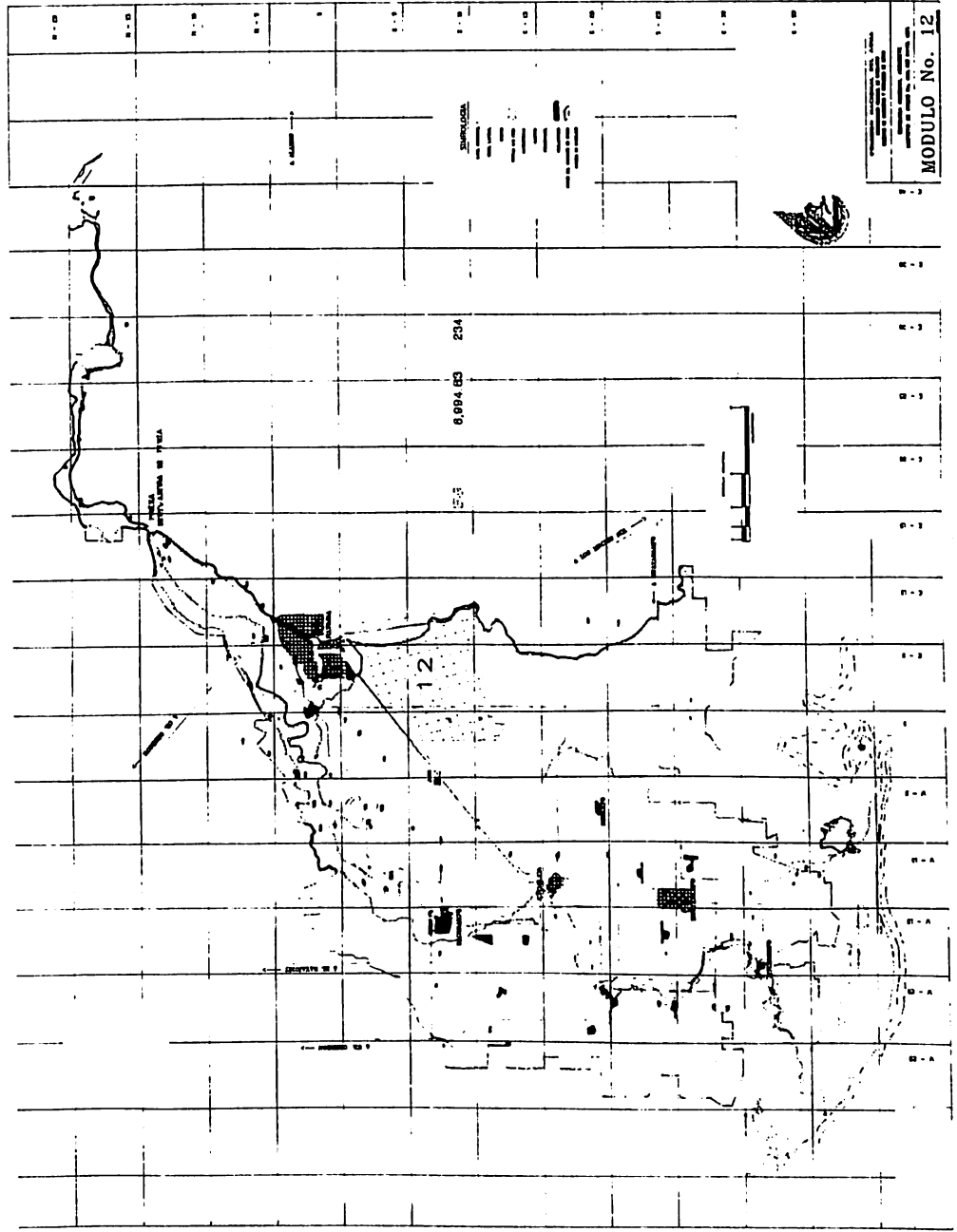
**FIGURA 2A**

**ORGANIGRAMA DE JERARQUERIZACION**



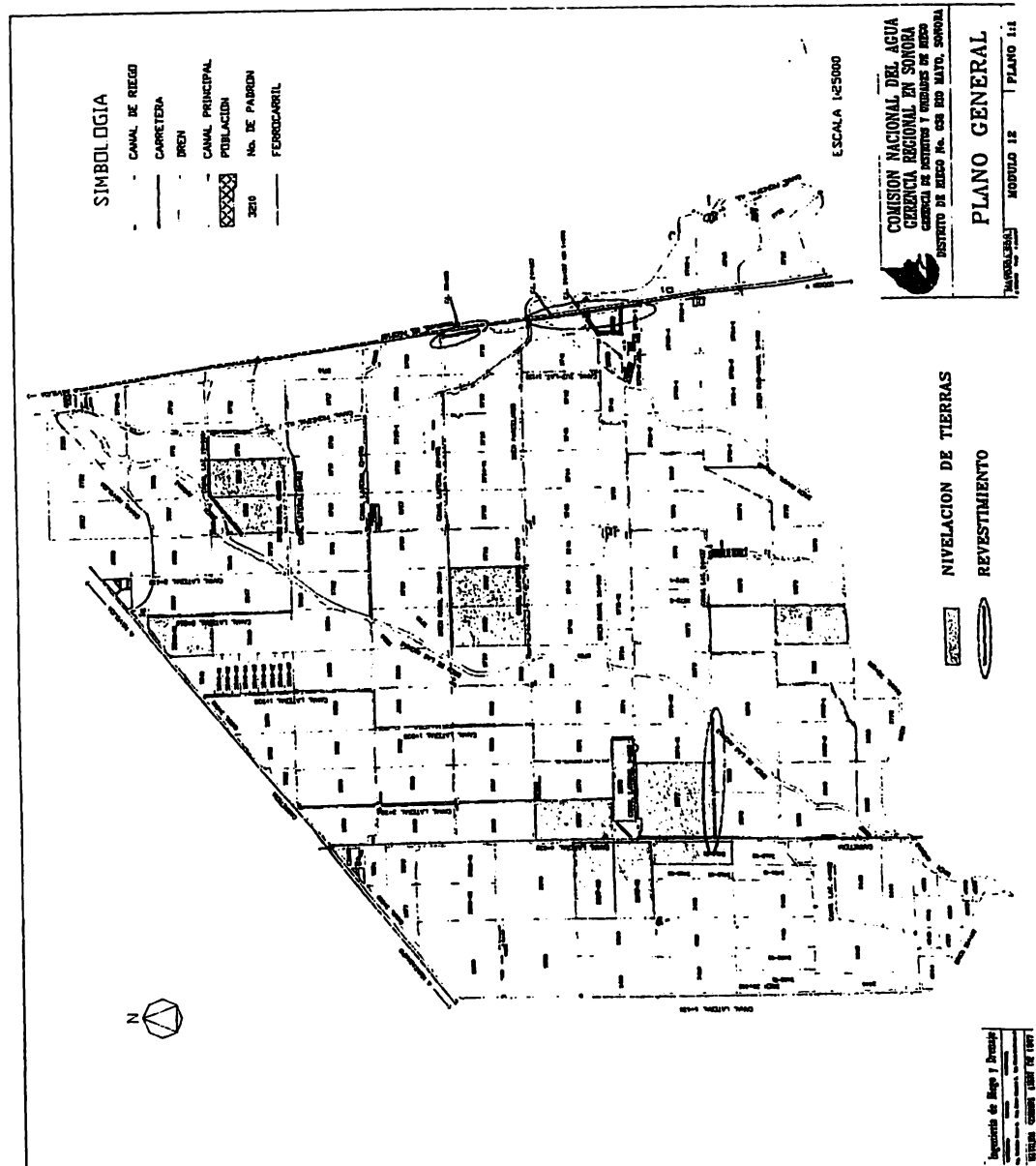
**FIGURA 3A**

**LOCALIZACION DEL MODULO 12 DEL DISTRITO DEL RIO 38. RIO MAYO, SONORA**





**FIGURA 5A**  
**AVANCE DE OBRAS (PRODEP) EN EL MODULO 12 DISTRITO DE RIO 038.**  
**RIO MAYO, SONORA.**



**CUADRO 1A. NUMERO DE USUARIOS POR MODULO QUE COMPONEN EL  
DISTRITO DE RIEGO NUMERO 038. RIO MAYO, SONORA**

| MODULO       | NUMERO DE<br>USUARIOS | SUPERFICIE<br>(HA) | HECTAREAS<br>POR USUARIO |
|--------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|
| 1            | 1,107                 | 7,898.02           | 7.10                     |
| 2            | 978                   | 8,636.66           | 8.80                     |
| 3            | 428                   | 5,213.69           | 12.20                    |
| 4            | 806                   | 5,468.26           | 6.80                     |
| 5            | 1,037                 | 5,288.50           | 5.10                     |
| 6            | 905                   | 7,875.17           | 8.70                     |
| 7            | 1,264                 | 8,130.44           | 6.40                     |
| 8            | 314                   | 3,766.35           | 12.00                    |
| 9            | 379                   | 6,062.66           | 16.00                    |
| 10           | 439                   | 5,153.71           | 11.70                    |
| 11           | 469                   | 5,168.38           | 11.00                    |
| 12           | 194                   | 7,031.79           | 36.20                    |
| 13           | 290                   | 6,545.20           | 22.60                    |
| 14           | 718                   | 4,797.42           | 6.70                     |
| 15           | 1,322                 | 6,085.64           | 4.60                     |
| 16           | 913                   | 3,924.95           | 4.30                     |
| <b>TOTAL</b> | <b>11,563</b>         | <b>97,046.84</b>   | <b>8.40</b>              |

**CUADRO 2A. FUENTES DE AGUA DEL DISTRITO DE RIEGO 038 RIO MAYO. NAVOJOA, SON. 1996**

| TIPO DE APROVECHAMIENTO    | CAPACIDAD TOTAL (MM3) | CAPACIDAD UTIL (C.M.3) | VOLUMEN ANUAL UTILIZADO (C.M.3) CICLO 1995-1996 | SUPERFICIE COMPLETA (HA) | SUPERFICIE REGABLE (HA) | FUENTE                      | CUENCA (KM2) | AREA DEL DISTRITO (HA) |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------|------------------------|
| SUPERFICIALES              |                       |                        |                                                 |                          |                         |                             |              |                        |
| PRESA ADOLFO RUÍZ CORTÍNEZ | 1,300.00              | 1,069.00               | 1,085.50                                        | 97,046.84                | 95,896.00               | RIO MAYO                    | 11,130.00    | 114,000.00             |
| SUBTERRANEAS               |                       |                        |                                                 |                          |                         |                             |              |                        |
| POZOS (129)                | 150.00                |                        | 231.60                                          |                          |                         | ACUIFERO VALLE DEL RIO MAYO |              |                        |
| TOTAL                      | 1,550.00              | 1,069.00               | 1,320.10                                        | 97,046.84                | 95,896.00               |                             | 11,130.00    | 114,000.00             |

\* MM3 = Millones de metros cúbicos.

**CUADRO 3A. DATOS DE CLIMA REGISTRADOS DE 1970 A 1993**  
**EN EL DISTRITO, PROMEDIO DE SEIS ESTACIONES**  
**CLIMATOLOGICAS**

| MESES      | TEMPERATURA (°C) |       |       | MEDIAS MENSUALES (MM) |             |
|------------|------------------|-------|-------|-----------------------|-------------|
|            | MAXIMA           | MEDIA | MEDIA | PRECIPITACION         | EVAPORACION |
| ENERO      | 29               | 3     | 16    | 21.6                  | 85.8        |
| FEBRERO    | 31               | 4     | 18    | 12.5                  | 112.1       |
| MARZO      | 33               | 6     | 20    | 4.0                   | 165.0       |
| ABRIL      | 36               | 8     | 22    | 1.1                   | 223.0       |
| MAYO       | 38               | 11    | 25    | 1.5                   | 280.0       |
| JUNIO      | 40               | 16    | 28    | 16.8                  | 333.0       |
| JULIO      | 40               | 21    | 31    | 83.3                  | 257.0       |
| AGOSTO     | 40               | 21    | 31    | 103.1                 | 210.0       |
| SEPTIEMBRE | 40               | 20    | 30    | 71.4                  | 180.0       |
| OCTUBRE    | 38               | 13    | 26    | 36.3                  | 150.0       |
| NOVIEMBRE  | 34               | 7     | 21    | 21.1                  | 115.0       |
| DICIEMBRE  | 31               | 4     | 18    | 25.7                  | 90.0        |
| TOTAL      |                  |       | 24    | 401.4                 | 2432.9      |

**FUENTE: MEMORIAS DEL MODULO DE RIEGO No. 12, DISTRITO DE**  
**RIEGO 038**  
**RIO MAYO, SONORA. DICIEMBRE DE 1996.**

**CUADRO 4A. SERIE DE SUELOS DEL MODULO 12 DEL DISTRITO DE RIO  
038. RIO MAYO, SONORA.**

| SERIE Y TIPO | SUPERFICIE<br>( HA ) | %      |
|--------------|----------------------|--------|
| SEBAMPO      | 1,680.00             | 23.89  |
| NAVOJOA      | 5,351.90             | 76.11  |
| TOTAL        | 7,032.00             | 100.00 |

FUENTE: Plano Agrológico del Distrito de Riego 038, Río Mayo, Sonora.  
Diciembre de 1996.

**CUADRO 5A. CLASIFICACION DE SUELOS POR TEXTURA DEL MODULO 12  
DISTRITO DE RIO 038. RIO MAYO, SONORA**

| TEXTURA | SUPERFICIE<br>( HA ) | %      |
|---------|----------------------|--------|
| PESADA  | 5,372.00             | 76.40  |
| MEDIA   | 1,659.50             | 23.60  |
| TOTAL   | 7,032.00             | 100.00 |

FUENTE: Plano Agrológico del Distrito de Riego 038, Río Mayo, Sonora.  
Diciembre de 1996.

**CUADRO 6A. CLASIFICACION DE LOS SUELOS PARA AGRICULTURA DEL  
MODULO 12 DEL DISTRITO DE RIO 038. RIO MAYO, SONORA**

| CLASIFICACION<br>CLASE | SUPERFICIE<br>( HA ) | %      |
|------------------------|----------------------|--------|
| PRIMERA                | 5,669.00             | 80.62  |
| SEGUNDA                | 1,053.00             | 14.97  |
| TERCERA                | 30.00                | .43    |
| CUARTA                 | 280.00               | 3.98   |
| TOTAL                  | 7,032.00             | 100.00 |

FUENTE: Plano de Clasificación Agrícola de los Suelos  
del Distrito de Riego 038 Río Mayo, Sonora. Diciembre  
de 1996.

**CUADRO 7A. Análisis Físicos y Químicos del Perfil Tipo de la Serie de Navojoa.**

| ANÁLISIS                                                           | HORIZONTE       |                             |                            |                         |                          |                          |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                                                    |                 | 1                           | 2                          | 3                       | 4                        | 5                        |
| PROFUNDIDAD (CM)                                                   |                 | 0-30                        | 30-60                      | 60-110                  | 110-150                  | 150-200                  |
| COLOR                                                              | SECO<br>CLAVE   | PAREJO ROJO CLARO<br>5YR5/4 | PAREJO OSCURO<br>7.5YR4/4  | GRIS ROSADO<br>7.5YR4/4 | PAREJO CLARO<br>10YR6/3  | PAREJO CLARO<br>10YR6/3  |
|                                                                    | HUMEDO<br>CLAVE | PAREJO ROJIZO<br>5YR4/4     | PAREJO MUY OBS<br>7.5YR3/4 | PAREJO<br>7.5YR5/4      | PAREJO OSCURO<br>10YR4/3 | PAREJO OSCURO<br>10YR4/3 |
| ANÁLISIS MECÁNICO %                                                |                 |                             |                            |                         |                          |                          |
| ARENA                                                              |                 | 36.74                       | 30.74                      | 26.74                   | 39.74                    | 42.74                    |
| ARCILLA                                                            |                 | 41.26                       | 47.26                      | 31.26                   | 17.26                    | 11.26                    |
| LIMO                                                               |                 | 22                          | 22                         | 42                      | 44                       | 46                       |
| TEXTURA                                                            |                 | R                           | R                          | MR                      | F                        | F                        |
| pH DEL SUELO                                                       |                 | 7.5                         | 8.0                        | 8.0                     | 8.0                      | 7.5                      |
| NUTRIENTES<br>NITROGENIO NITRICO (KG/HA)<br>FOSFORO (P2O5) (KG/HA) |                 | 35.5<br>7.5                 | 37<br>7.5                  | 40.7<br>5.5             | 33<br>6                  | 37<br>5.5                |
| MATERIA ORGÁNICA (%)                                               |                 | 0.8                         | 0.8                        | 0.8                     | 0.8                      | 0.75                     |
| CE dS/m                                                            |                 | 0.85                        | 3.8                        | 3                       | 3.1                      | 8.3                      |
| PSI                                                                |                 | 1.94                        | 10.01                      | 13.01                   | 14.98                    | 16.44                    |
| RAS                                                                |                 | 2.21                        | 8.42                       | 11                      | 12.83                    | 14.21                    |
| CLASIFIC. POR SALINIDAD                                            |                 | NORMAL                      | NORMAL                     | NORMAL                  | SODICO                   | SALINOSODICO             |
| SODIO (meq/l)                                                      |                 | 3.5                         | 23                         | 22                      | 24                       | 54                       |
| CALCIO+MAGNESIO (meq/l)                                            |                 | 5                           | 15                         | 8                       | 7                        | 29                       |
| BICARBONATOS (meq/l)                                               |                 | 2                           | 2                          | 2                       | 2                        | 2                        |
| SULFATOS (meq/l)                                                   |                 | 3                           | 5                          | 7                       | 7                        | 47                       |
| CLORUROS (meq/l)                                                   |                 | 4                           | 29                         | 21                      | 21                       | 34                       |
| pH DEL EXTRACTO                                                    |                 | 7.8                         | 8.1                        | 8.1                     | 7.9                      | 7.8                      |

**CUADRO 8A. Análisis Físicos y Químicos del Perfil Tipo de la Serie de Sebampo.**

| ANÁLISIS                   | HORIZONTE       |                              |                          |                           |                           |                          |
|----------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                            |                 | 1                            | 2                        | 3                         | 4                         | 5                        |
| PROFUNDIDAD ( CM)          |                 | 0-36                         | 36-53                    | 53-104                    | 104-152                   | 152-200                  |
| COLOR                      | SECO<br>CLAVE   | PARDO GRISACEO<br>10YR 5/2   | PARDO CLARO<br>7.5YR 6/4 | PARDO CLARO<br>7.5YR 4/4  | PARDO CLARO<br>7.5YR 6/4  | PARDO CLARO<br>7.5YR 6/4 |
|                            | HUMEDO<br>CLAVE | P. GRIS MUY OBSC<br>10YR 3/2 | PARDO OSCUR<br>7.5YR 4/4 | PARDO OSCURO<br>7.5YR 4/4 | PARDO OSCURO<br>7.5YR 4/4 | PARDO OSCUR<br>7.5YR 4/4 |
| ANÁLISIS MECANIC %         |                 |                              |                          |                           |                           |                          |
| ARENA                      |                 | 59.1                         | 61.1                     | 61.1                      | 57.1                      | 20.74                    |
| ARCILLA                    |                 | 13.9                         | 20.9                     | 20.9                      | 13.9                      | 11.26                    |
| LIMO                       |                 | 22                           | 18                       | 18                        | 29                        | 50                       |
| TEXTURA                    |                 | MA                           | MA                       | MA                        | MA                        | ML                       |
| PH DEL SUELO               |                 | 7.3                          | 7.3                      | 7.3                       | 7.3                       | 7.9                      |
| NUTRIENTES                 |                 |                              |                          |                           |                           |                          |
| NITROGENIO NITRICO (KG/HA) |                 | 40.1                         | 38                       | 35.5                      | 37.2                      | 33.3                     |
| FOSFORO (P2O5) (KG/HA)     |                 | 5                            | 3.8                      | 4.3                       | 4                         | 5                        |
| MATERIA ORGANICA (%)       |                 | 0.85                         | 0.7                      | 0.75                      | 0.65                      | 0.65                     |
| CE dS/m                    |                 | 1                            | 0.65                     | 1.15                      | 0.5                       | 0.8                      |
| P S I                      |                 | 2.08                         | 1.97                     | 1.23                      | 0.79                      | 1.51                     |
| R A S                      |                 | 2.31                         | 1.77                     | 1.75                      | 1.42                      | 14.21                    |
| CLASIFIC POR SALINIDAD     |                 | NORMAL                       | NORMAL                   | NORMAL                    | NORMAL                    | NORMAL                   |
| SODIO ( meq/l )            |                 | 4                            | 2.5                      | 3.5                       | 2                         | 3                        |
| CALCIO+ MAGNESI ( meq/l )  |                 | 5                            | 4                        | 8                         | 4                         | 5                        |
| BICARBONATOS ( meq/l )     |                 | 2                            | 2                        | 2                         | 2                         | 2                        |
| SULFATOS ( meq/l )         |                 | 4                            | 2                        | 2                         | 2                         | 1                        |
| CLORUROS ( meq/l )         |                 | 3                            | 2                        | 1                         | 2                         | 4                        |
| PH DEL ESTRAC TO           |                 | 7.9                          | 7.9                      | 7.9                       | 7.5                       | 8.1                      |

**CUADRO 9A. Características Topográficas del Módulo 12 del Distrito de Río 038.  
Río Mayo, Sonora.**

| RANGOS DE<br>PENDIENTES | SUPERFICIE<br>(HA) | %      |
|-------------------------|--------------------|--------|
| DE 0.10 A 0.60 %        | 4,925.00           | 70.04  |
| DE 0.60 A 1.30 %        | 2,107.00           | 29.96  |
| TOTAL                   | 7,032.00           | 100.00 |

FUENTE: EN BASE AL PLANO TOPOGRAFICO DEL MODULO  
PROPORCIONADO POR IDRYD DEL DISTRITO DE RIEGO  
038 RIO MAYO, SONORA.



**CUADRO 11A. Unidades de Producción del Módulo 12 del Distrito de Río 038. Río Mayo, Sonora.**

| RANGO<br>(HA) | No. DE<br>PRODUCTORES | SUPERFICIE (HA.) |       | CULTIVOS<br>PRINCIPALES                   |
|---------------|-----------------------|------------------|-------|-------------------------------------------|
|               |                       | TOTAL            | %     |                                           |
| HASTA 30.0    | 22                    | 448.41           | 6.74  | TRIGO, MAIZ, CARTAMO<br>PAPA Y FRIJOL     |
| 30.1 A 50.0   | 24                    | 1,081.14         | 16.25 | TRIGO, MAIZ, CARTAMO<br>CALABAZA Y ZACATE |
| 50.1 A 100    | 22                    | 1,821.40         | 27.37 | TRIGO, MAIZ, CARTAMO<br>Y CALABAZA        |
| MAS DE 100    | 14                    | 3,302.40         | 49.64 | TRIGO, MAIZ, CARTAMO<br>Y ALGODON         |
| SUMA          | 82                    | 6,220.18         | 100   |                                           |

FUENTE: CALCULO DE LAS SOLICITUDES DE RIEGO DEL CICLO 1993-1994  
PROPORCIONADAS POR EL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL.

**CUADRO 12A. Métodos de Riego y Tecnología en el Módulo 12 del Distrito de Río 038. Río Mayo, Sonora.**

| METODOS DE RIEGO | SUPERFICIE |        | NIVEL TECNOLÓGICO | CULTIVOS PRINCIPALES   |
|------------------|------------|--------|-------------------|------------------------|
|                  | (HA)       | (%)    |                   |                        |
| GRAVEDAD         |            |        |                   |                        |
| SURCOS           | 6,698.00   | 95.03  | EFICIENCIA        | SURCOS MUY PROLONGADOS |
| MELGAS           | 200.00     | 2.84   | BAJO              | MAL TRAZO              |
| CURVAS DE NI     | 150.00     | 2.13   | REGULAR           |                        |
| SUMA             | 7,048.00   | 100.00 |                   |                        |

FUENTE: ASOCIACION CIVIL DE USUARIOS DEL MODULO No. 12 DISTRITO DE RIEGO 038 RIO MAYO, SONORA 1996.

**CUADRO 13A. Eficiencias Propuestas por la Misión del Banco Mundial-FAO y la CNA.**

|                                      |         |                    |
|--------------------------------------|---------|--------------------|
| CANAL EN TIERRA                      |         | V. UTIL. N INDETRM |
| BIEN MANTENIDOS                      | 60-70 % | V.UTIL. N INDETERM |
| MAL MANTENIDOS                       | 40-55 % | V.UTIL. INDETERM   |
| CANALES REVESTIDOS:                  |         |                    |
| BIEN MANTENIDOS                      | 75-80 % | V.UTIL: 20-25 AÑOS |
| MAL MANTENIDOS                       | 65-70 % | V.UTIL: 20-25 AÑOS |
| TUBERIAS:                            |         |                    |
| CEMENTO                              |         | V.UTIL: 30-35 AÑOS |
| EFICIENCIAS PARCELARIAS:             |         |                    |
| RIEGO POR GRAVEDAD NO TECNIFICADO    | 40-60%  |                    |
| RIEGO POR GRAVEDAD TECNIFICADO:      | 69-70 % |                    |
| RIEGO POR ASPERSION PORTATIL:        | 80%     |                    |
| RIEGO POR ASPERSION PIVOTE CENTRAL:  | 85%     |                    |
| RIEGO LOCALIZADO MICROASPERSION, GOT | 90-95 % |                    |

**CUADRO 14A. Relación de Aforadores en los Puntos de Control Donde Recibe el Agua el Módulo 12 del Distrito de Río 038. Río Mayo, Sonora.**

| PUNTO DE CONTROL KM.  | Q. MAXIMO               | SUP. DOMINADA           |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 19+900                | .500 M <sup>3</sup> /S  | 129-00-00 HAS.          |
| 20+912                | .500 M <sup>3</sup> /S  | 302-18-00 HAS.          |
| 24+157                | .500 M <sup>3</sup> /S  | 352-42-00 HAS.          |
| 22+981                | .700 M <sup>3</sup> /S  | 642-75-00 HAS.          |
| 23+193 IZQ.           | 1.800 M <sup>3</sup> /S | 1,600-00-00 HAS.        |
| 23+193 DER.           | .700 M <sup>3</sup> /S  | 680-07-00 HAS.          |
| 1+335                 | 1.500 M <sup>3</sup> /S | 1,025-06-10 HAS.        |
| 2+605 DEL NAVOJOA     | .300 M <sup>3</sup> /S  | 71-20-00 HAS.           |
| 3+260 DEL NAVOJOA "A" | .500 M <sup>3</sup> /S  | 130-00-00 HAS.          |
| 3+260 DEL NAVOJOA "B" | .300 M <sup>3</sup> /S  | 80-00-00 HAS.           |
| 3+324                 | .500 M <sup>3</sup> /S  | 328-00-00 HAS.          |
| 4+032                 | 2.000 M <sup>3</sup> /S | 1,392-31-00 HAS.        |
| <b>TOTAL:</b>         |                         | <b>6,559-00-00 HAS.</b> |

**SUPERFICIE DOMINADA POR AFORADORES EN % 95%**

**CUADRO 15A. Relación de Medidores con su Tabla de Calibración y su Ecuación Exponencial Construidos en el Módulo 12 del Distrito de Río 038. Río Mayo, Sonora.**

RELACION DE MEDIDORES CONSTRUIDOS EN EL MODULO 12 EN LOS PUNTOS DE CONTROL DONDE RECIBE EL AGUA

| PUNTO DE CONTROL<br>K.M. | C.M.A.<br>Nº | TIPO         | TALUD<br>CANAL | TALUD<br>MEDIDOR | ALT. GAR-<br>SANTA<br>M.TS. | ALT. BAN-<br>QUETA<br>M.TS. | ECUACION DE CALIBRACION                  | R²       |
|--------------------------|--------------|--------------|----------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|----------|
| 1-335 DEL 3-300          | 1500         | CRESTA ANCHA | 1.5:1          | 1.5:1            | .30                         | 1.40                        | $Q = 0.2058310 - 3.236677Y - 7.24253Y^2$ | 0.99939  |
| 23-1031 DEL B. TESIA     | 1300         | GARG. LARGA  | 1.5:1          | 0.03             | .15                         | 1.10                        | $Q = 0.265835 - 0.640219Y - 1.481677Y^2$ | 0.999842 |
| 23-1032 DEL B. TESIA     | 700          | CRESTA ANCHA | 1.5:1          | 1.5:1            | .50                         | 1.50                        | $Q = 1.073582 + 5.309515Y - 6.266332Y^2$ | 0.999636 |
| 101-900 DEL B. TESIA     | 500          | GARG. LARGA  | 1.5:1          | 0.00             | .15                         | .75                         | $Q = 0.81220 - 0.114713Y - 0.995482Y^2$  | 0.999810 |
| 23-9310 DEL B. TESIA     | 500          | CRESTA ANCHA | 1.5:1          | 1.5:1            | .25                         | 1.50                        | $Q = 0.183306 + 2.334665Y - 6.321050Y^2$ | 1.000000 |
| 23-9120 DEL B. TESIA     | 500          | CRESTA ANCHA | 1.5:1          | 1.5:1            | .45                         | .90                         | $Q = 0.892867 + 4.915009Y - 6.441452Y^2$ | 0.999630 |
| 3-260 A NAVOJOA          | 300          | CRESTA ANCHA | 1.25:1         | 1.25:1           | .30                         | .80                         | $Q = 0.112008 + 1.226013Y - 3.393786Y^2$ | 0.999035 |
| 2-260 B NAVOJOA          | 500          | CRESTA ANCHA | 1.67:1         | 1.67:1           | .30                         | .90                         | $Q = 0.327143 + 2.902043Y - 5.932500Y^2$ | 0.999896 |
| 2-305 NAVOJOA            | 300          | CRESTA ANCHA | 1.10:1         | 1.10:1           | .30                         | .90                         | $Q = 0.213690 + 1.702703Y - 3.274625Y^2$ | 0.999806 |
| 3-324 DEL 3-300          | 500          | GARG. LARGA  | 1.24:1         | 0.00             | .10                         | .95                         | $Q = 0.071981 - 0.319191Y - 2.032207Y^2$ | 0.999890 |
| 4-032 DEL 3-300          | 2500         | CRESTA ANCHA | 1.5:1          | 1.5:1            | .75                         | 1.50                        | $Q = 2.834867 + 9.082918Y + 7.007711Y^2$ | 0.999890 |
| 24-157 B. TESIA          | 2000         | CRESTA ANCHA | 1.5:1          | 1.5:1            | .25                         | 1.00                        | $Q = 0.218541 + 2.057000Y - 4.735331Y^2$ | 0.999335 |

$Q = L/H/S$

Y = TIRANTE A PARTIR DE LA PLANTILLA M.TS.

R² = PORCIENTO DE CONFIABILIDAD O FACTOR DE COORRELACION

**CUADRO 16A. Costos de los Medidores de Garganta Larga y Cresta Ancha en Comparación con los de los Puentes de Aforo con Molinete en el Módulo 12 del Distrito de Río 038. Río Mayo, Sonora.**

**ANEXO No. 1**

**MEDIDOR DE CRESTA ANCHA**

**VOLUMEN Y COSTO DEL MATERIAL**

UBICACION: LAT. 1+335 DEL 3+300

SUPERFICIE DOMINADA : 1,097-00-00 HAS.

GASTO MAXIMO : 1.500 M<sup>3</sup>/SEG.

| DESCRIPCION                                             | PRECIO UNITARIO |      | TOTAL      |
|---------------------------------------------------------|-----------------|------|------------|
| 3.88 M <sup>3</sup> CONCRETO SIN ARMAR LOZA EN TIERRA   | \$500.00        | MTS' | \$1,940.00 |
| 1 PLACA DE ACERO INOX. DE 3"x 90 CM. x CAL 16.          |                 |      |            |
| 2 TORNILLOS CON TUERCAS Y RONDANAS DE ACERO INOXIDABLE. |                 |      |            |

**TOTAL:**

**PUENTE DE AFORO EN EL MISMO SITIO**

| DESCRIPCION                                                                         | PRECIO UNITARIO |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 3.195 M <sup>3</sup> CONCRETO ARMADO CON VARILLA DE 3-8 Y 1/2". LOZA MUROS Y CUERDA | \$5,417.85      |
| 36 MTS. PTR FIERRO ESTRUCTURAL PARA BARANDAL                                        |                 |

**TOTAL:**

# CONSTRUCCION DE FUENTE DE AFORO

| CONCEPTO                                                                          | CANTIDAD | UNIDAD         | P.U.     | IMPORTE    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|----------|------------|
| EXCAVACION A MANO DE MATERIAL COMUN                                               | 7.00     | M <sup>3</sup> | 19.00    | 133.00     |
| CIMBRA APARENTE INCLUYE CIMBRADO Y DESCIMBRADO                                    | 16.00    | M <sup>2</sup> | 24.00    | 384.00     |
| ACERO DE REFUERZO INCLUYE SUMINISTRO CORTE Y COLOC.                               | 240.00   | KGS            | 5.00     | 1,200.00   |
| CONCRETO F'CD=200 KG/CM <sup>2</sup> INCLUYE SUMINISTRO, FABRICACION Y COLOCACION | 3.19     | M <sup>3</sup> | 600.00   | 1,914.00   |
| FABRICACION Y COLOCACION DE BARANDAL DE FOF 2X2 (PTZ)                             | 36.00    | ML             | 30.00    | 1,080.00   |
|                                                                                   |          |                | SUB-TOTA | \$4,711.00 |
|                                                                                   |          |                | IVA      | \$706.65   |
|                                                                                   |          |                | TOTAL    | \$5,417.65 |