49-1

CORPORACION AUTONOMA-REGIONAL
DEL CAUCA

8
9
5

DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL RIO TIMBA

OLAP

OLARTE, OSPINA, ARIAS & PAYAN

INGENIEROS

1949

- O L A P -

OLARTE, OSPINA, ARIAS & PAYAN

INGENIEROS

ALFONSO OLARTE C.
CARLOS S. OSPINA
ALVARO ARIAS R.
CESAR PAYAN C.

BOGOTA:
APARTADO NACIONAL: 2936
CALI:
APARTADO AEREO: 1304
CABLE Y RADIO: "OLAP"

Agosto 17 de 1949

Señores
Gobernador del Departamento del Valle del Cauca
Gerente del Instituto de Aprovechamiento de
Aguas y Fomento Eléctrico
E. S. D.

Muy apreciados señores:-

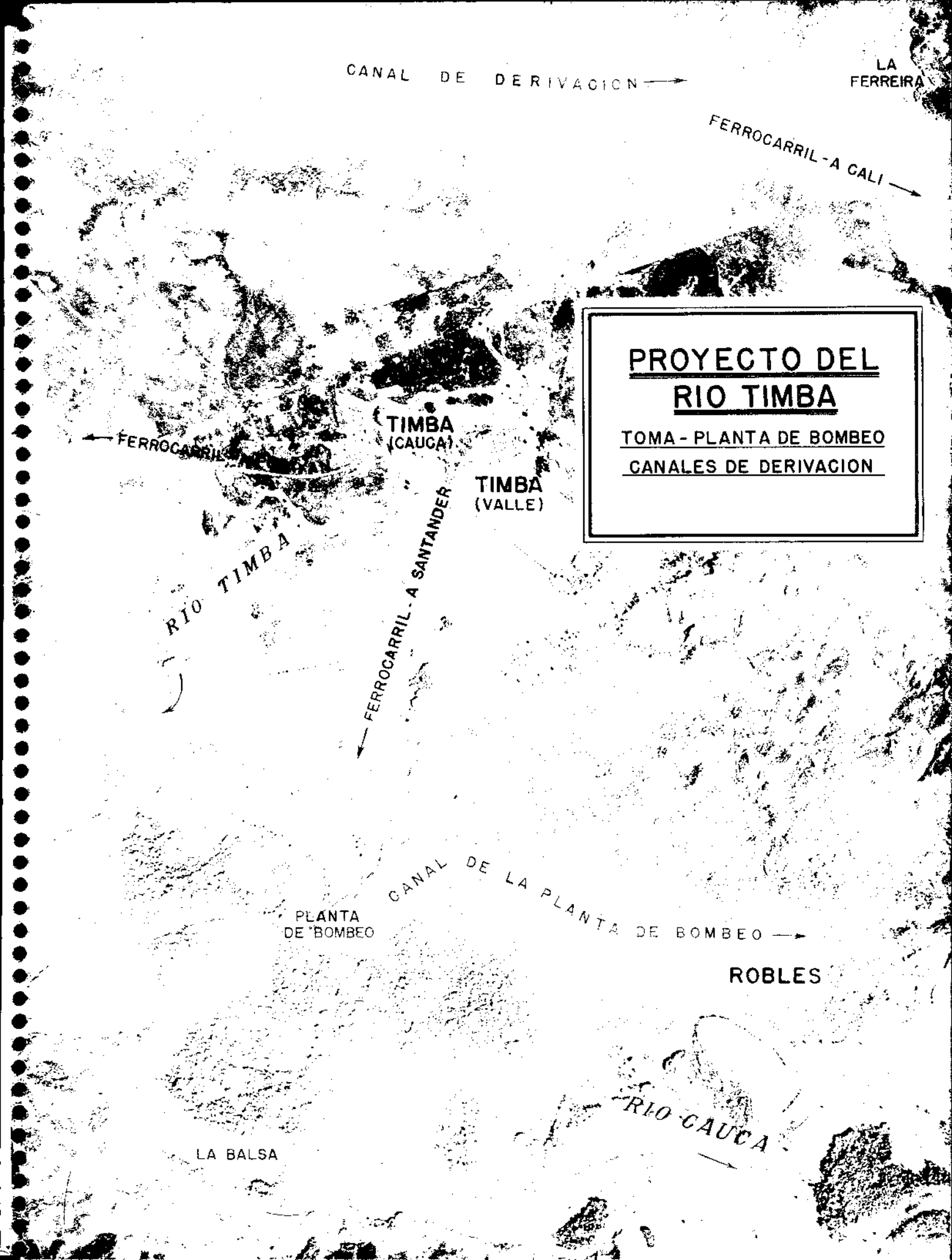
Tenemos el honor de presentar a su consideración el estudio adjunto, relativo al Anteproyecto de Irrigación del Río Timba, el cual hemos elaborado de acuerdo con el contrato celebrado entre ustedes y nuestra firma.

El Anteproyecto consta de un informe descriptivo y de 23 planos. El informe analiza los problemas que presenta la utilización con riego de la zona plana al norte de Timba y de sus recursos ácueos, las características físicas de las obras recomendadas para resolver tales problemas, su costo probable y los beneficios que se derivarían de su realización. Los planos muestran el área por irrigar, el tipo y localización de las obras recomendadas.

Respetuosamente,

OLARTE, OSPINA, ARIAS & PAYAN

Alfonso Olarte C.


PROYECTO DEL
RIO TIMBA
TOMA - PLANTA DE BOMBEO
CANALES DE DERIVACION
CANAL DE DERIVACION
LA FERREIRA
FERROCARRIL - A CALI
FERROCARRIL
TIMBA (CAUCA)
TIMBA (VALLE)
FERROCARRIL - A SANTANDER
RIO TIMBA
CANAL DE LA PLANTA DE BOMBEO
PLANTA DE BOMBEO
ROBLES
RIO CAUCA
LA BALSA

ANTEPROYECTO DE IRRIGACION

DEL RIO TIMBA

I N D I C E

Página

CAPITULO V

CAPITULO VI

Página

CAPITULO VIII

D I A G R A M A S

D I B U J O S

AGRADECIMIENTOS

La preparación y terminación de los estudios que se presentan con este informe, han podido realizarse gracias a la cooperación de varias instituciones y personas. Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos aquellos que en alguna forma prestaron su concurso para el presente trabajo. De importancia especial ha sido la colaboración oficial recibida de parte de los Gobernadores del Departamento del Valle del Cauca, señores Francisco Eladio Ramírez, Saúl Saavedra Lozano y Vicente García Córdoba, así como de los Secretarios de Agricultura señores Antonio Kuri, Otoniel Varela y Antonio Garcés Sinisterra.

Queremos dejar constancia igualmente de las facilidades otorgadas por el Instituto Geográfico Militar y Catastral a través de sus Directores señores Eduardo Alvarez Gutierrez y José Ignacio Ruiz, así como por el Dr. Ernesto Parra Lleras, Jefe del Departamento de Aerofotogrametría.

Nuestro reconocimiento al Dr. Ciro Molina Garcés, quien por su constante labor durante las últimas décadas en pró del desarrollo agropecuario del Valle, hizo posible la preparación de este estudio. De inestimable valor han sido las orientaciones y consejos recibidos de los doctores Alberto Franco Uribe y W. M. Johnson en la preparación del estudio de suelos.

INTRODUCCION

El objeto principal del presente estudio es el de analizar los problemas que se presentan para la irrigación de la zona plana situada entre la población de Timba y la ciudad de Cali é indicar las características físicas del esquema de obras recomendadas para resolver tales problemas.

La elaboración del Anteproyecto de Irrigación del Río Timba, en la forma en que lo presentamos aquí, se ha facilitado con los trabajos é investigaciones avanzadas anteriormente en materia de hidrología y topografía. En efecto, el 11 de Mayo de 1945 el Departamento del Valle del Cauca celebró el Contrato Nº 2293 con la firma de Ingenieros Parsons, Brinckerhoff, Hogan & Macdonald, quienes iniciaron estudios hidrológicos y levantamientos topográficos preliminares en el Valle. Posteriormente, el mismo Departamento celebró el Contrato Nº 2956, en Marzo de 1948, con la firma de Ingenieros Olarte, Ospina, Arias & Payán, para continuar los trabajos iniciados en 1945, y en Agosto del mismo año se firmó el Contrato Nº 3016 entre estas dos entidades cuyo aparte C de la Cláusula Primera establece el alcance de los estudios que deben presentarse con este informe, en la siguiente forma:

"C.- Anteproyecto del Río Timba: "Se preparará un Anteproyecto para la zona plana entre Timba y la ciudad de Cali, utilizando el caudal del Río Timba para regar un área aproximada de 12,000 hectáreas. Para su elaboración se usará un fotocalco ajustado a escala 1 : 20,000 con curvas de nivel de dos en dos metros y un estudio general de suelos. El anteproyecto determinará el conjunto de obras necesarias para el sistema de irrigación y drenaje, su costo y la factibilidad de su realización económica. El informe contendrá un resumen de los estudios hidrológicos, de las condiciones de drenaje, de los estudios agroeconómicos, del análisis de diseño, el presupuesto de las obras y recomendaciones.

El proyecto se presentará dibujado a escala conveniente en planchas de 0.70 por 1.00 m, cuyo número se estima en veinte (20) ".

Los datos obtenidos en las investigaciones hidrológicas adelantadas según los contratos anteriores, así como los levantamientos topográficos preliminares efectuados entonces en la parte plana del Valle, han servido de base para los diseños y elaboración de planos definitivos del área agrícola, en la forma que se presentan ahora.

Lo expuesto en los diferentes capítulos del informe demuestra la factibilidad técnica del proyecto, tanto desde el punto de vista hidrológico y agrícola como desde el aspecto topográfico. Las investigaciones de los factores culturales, tales como vías de comunicación, mercados, rendimientos de las tierras, crecimiento de población, etc., así como los presupuestos estimados para las diferentes obras, muestran la factibilidad económica del proyecto.

Para este estudio se ha supuesto que el proyecto se desarrolle en dos etapas cuyos costos serían:

1a. Etapa: $ 3,283,200.oo
2a. Etapa: $ 2,910,840.oo

Se incluyen en estos presupuestos todas las obras necesarias para la irrigación de la zona agrícola comprendida entre el Corregimiento de Robles al Sur y la carretera a Puerto Tejada al Norte, y la instalación de una planta hidroeléctrica cerca de la estación de Guachinte, con capacidad máxima de 2,000 KW (véase Dibujo 2). Como se manifiesta en el capítulo correspondiente del informe, es posible que al preparar los estudios definitivos para este proyecto se haya iniciado un plan de electrificación en el Valle que permita llevar energía barata hasta la planta de bombeo sobre el Río Cauca y a toda la zona que abarca el proyecto de Timba, en cuyo caso quedaría descartada la planta hidroeléctrica de Guachinte. En este caso, el presupuesto total del proyecto quedaría disminuído en la cantidad de $ 1,946,040.oo.

El área plana total comprendida entre los límites del proyecto es de 17,303 hectáreas. El área bruta irrigable asciende a 13,000 hectáreas. El costo de construcción por hectárea irrigable, es de $ 252.oo en la primera etapa, elevándose a $ 290 con la ejecución de las obras correspondientes a la segunda etapa. A estos costos habrá que agregar $100.oo por hectárea para la nivelación y preparación de las tierras y construcción de acequias dentro de cada propiedad.

Como se puede ver en el capítulo que trata del estudio económico del proyecto, para obtener los costos de construcción por hectárea irrigable indicados arriba, se ha supuesto que la planta hidroeléctrica de Guachinte amortizaría el 50% del costo del canal que debe conducir las aguas de bombeo, desde el Río Cauca hasta el cruce del Río Guachinte, además del costo de la planta misma y sus canales correspondientes.

C A P I T U L O I

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En los capítulos siguientes de este informe se presentan los resultados de los estudios efectuados con el objeto de determinar: a) la extensión y límites del proyecto; b) si los suelos comprendidos dentro del área que abarca el Anteproyecto de Irrigación del Río Timba, son aptos para el cultivo con riego artificial; c) los beneficios que pueden derivarse para la zona irrigable, como resultado de las nuevas obras de irrigación; d) si los recursos acuíferos de la zona (lluvias y escurrimiento) son suficientes para cubrir las demandas de riego de los diferentes cultivos de la zona; e) las necesidades de drenaje de las áreas bajas de la zona; f) los métodos de distribución y riego más adaptables a las condiciones agrícolas de la región; g) la factibilidad técnica del proyecto; h) la factibilidad económica del mismo; i) desarrollo del proyecto.

Resumiendo los estudios efectuados, obtenemos las siguientes conclusiones:

A. Extensión y Límites del Proyecto

La zona que abarca el proyecto está situada sobre la márgen izquierda del Río Cauca, a unos 25 kilómetros al sur de Cali. El área irrigable está surcada por varios ríos y quebradas que nacen en la Cordillera Occidental, siendo los principales los ríos Guachinte, Claro, Jamundí y Pance.

El extremo sur del proyecto lo constituye la Toma Principal sobre el Río Timba, situada a unos nueve kilómetros, en línea recta, de la estación de Guachinte. El área de riego está limitada en la siguiente forma:

Norte : Carretera a Puerto Tejada
Sur : Corregimiento de Robles
Este : Río Cauca
Oeste : Cordillera Occidental. Este es el lindero Oeste natural, pero en realidad, el área irrigable está limitada en este lado, por el Canal principal.

El área plana total encerrada entre estos linderos, es de 17,303 hectáreas. Consideramos que un 25% de esta área forma parte de las poblaciones, caminos, ferrocarriles, terrenos pobres, bosques, etc., y el otro 75%, ó sean aproximadamente 13,000 hectáreas, lo denominamos "área bruta" y es la que ha servido de base en la determinación de la demanda de agua de regadío.

B. Suelos

De acuerdo a los estudios de suelos efectuados, las tierras se han agrupado en tres clases diferentes: a) tierras buenas; b) tierras medianas; c) tierras pobres. Estas últimas no se van a irrigar y están exluídas del área bruta a que nos referimos más arriba. De las otras dos clases, predominan las tierras medianas, que ocupan aproximadamente el 70% del área bruta total; las tierras buenas cubren el 30% del área.

La clasificación de tierras se ha hecho según el llamado "Indice Storie", el cual se basa, para la valoración de los suelos, en los factores estables de los mismos, tales como perfil, textura, profundidad y topografía; y en los factores modificables como drenaje, fertilidad, acidez y microrrelieve. Estos últimos, como su nombre lo indica, pueden ser cambiados por la mano del hombre por medio de obras de irrigación, drenaje, cultivos, manejo de los suelos, etc. La clasificación que se presenta actualmente, representa el índice y la potencialidad de los suelos tal como se encuentran en el presente, y es difícil predecir

cual será el índice de mejoramiento futuro de los diferentes suelos. Pero las nuevas obras de riego artificial que se ejecuten y el sistema de drenaje que se construya, permitirán establecer en la zona una agricultura intensiva, explotando cultivos variados, lo que facilitará practicar favorablemente la "rotación de cultivos". El nuevo desarrollo agrícola de la zona traerá como consecuencia el empleo frecuente de fertilizantes apropiados, todo lo cual contribuirá a cambiar, en forma favorable, los factores modificables a que nos hemos referido. Como consecuencia de esta modificación favorable de los factores modificables, se producirá un aumento en los índices de valoración de las tierras, de manera que parte de los suelos clasificados ahora como "tierras medianas" pasarán a "tierras buenas", y las clasificadas como "tierras buenas" pasarán a excelentes.

Todos los suelos de la zona son adaptables al cultivo de arroz y pastos, siguiéndole en importancia la caña de azúcar, el cacao y el plátano. Ejecutando un plan eficiente de drenaje, conjuntamente con las obras de irrigación, las tierras podrán emplearse para cultivos diversos, ya que los suelos, por su formación y constitución física, son aptos para la mayor parte de los cultivos predominantes en la región. El empleo de buenas prácticas de riego y de manejo de suelos, usando los cultivos apropiados, dará como resultado buenos rendimientos económicos.

C. Beneficios que se Obtendrían con
<u>las Nuevas Obras de Irrigación.</u>

El ambiente cálido templado de la región es favorable para el desarrollo de la misma, pero la mayor extensión de terrenos se dedica en la actualidad al cultivo de pastos para ganado. La relativa sequía que reina en la zona, impide la intensificación de la agricultura y la ganadería, razón por la cual se hace indispensable el planeamiento y ejecución de obras para establecer el riego artificial. En la actualidad, la ganadería es exten

siva y rudimentaria, y la falta de agua impide diversificar los cultivos de pastos de acuerdo a las necesidades alimenticias del ganado.

Dentro de la zona del proyecto existen algunas áreas dedicadas al cultivo del arroz y que no emplean agua de riego, cuyos rendimientos máximos alcanzan a 4500 kilos por hectárea por año. En cambio en las áreas cercanas al Río Claro, donde se emplean las aguas de este río para irrigación, se obtienen rendimientos mucho mayores que varían entre 8000 y 10000 kilos por hectárea por año, al igual que en algunas áreas cercanas a Robles, donde irrigan con aguas del Río Cauca por bombeo. Se realizan en la actualidad algunas experiencias con caña de azúcar, obteniéndose hasta 150 toneladas por hectárea por cosecha cuando se usa riego, pero las áreas que no cuentan con agua de regadío producen solamente 85 toneladas por hectárea por cosecha. Las tierras sin riego y sembradas con maíz, frutales, cacao, etc., rinden en general menos del 40% de lo que podrían producir si tuvieran agua de regadío. Las obras de irrigación que provean riego artificial a la zona, permitirán incrementar notablemente las áreas cultivadas con arroz, cacao, caña de azúcar, plátanos, etc., y aumentar los rendimientos en general a más del doble de la producción actual. Al mismo tiempo será posible diversificar el cultivo de pastos y mejorar la calidad de los mismos, proporcionando alimento nutritivo y abundante al ganado.

D. Recursos Acuíferos

1. Lluvias.- La precipitación pluvial en la zona es insuficiente para satisfacer la demanda de riego de un año agrícola normal. Para determinar la demanda de riego de un año agrícola normal, se calcularon los valores mensuales del agua utilizada por una hectárea media del área bruta, en base a una diversificación preliminar de cosechas, distribuyendo los cultivos de acuerdo a las actuales experiencias de la zona y a las clases de

suelos predominantes. Esta distribución de cultivos nos permitió hacer un cálculo razonable de los coeficientes de riego, sin pretender que dicha distribución sea la más económica.

La lluvia en general es capaz de satisfacer la demanda total en los meses de Abril y Octubre solamente, y los meses de Mayo y Noviembre en su casi totalidad. En los otros ocho meses del año será necesario complementar las demandas de agua por medio del riego artificial.

2. Escurrimiento.- El riego artificial se efectuará en su mayor parte con los caudales normales del Río Timba, complementando las deficiencias de los meses de estiaje,con bombeo del Río Cauca.

Con base en la clasificación de cultivos a que hemos hecho referencia anteriormente, se obtuvo un coeficiente de riego de 0.85 litros por segundo por hectárea del área bruta,valor que consideramos amplio y del lado de la seguridad para los efectos de este anteproyecto. La distribución mensual de caudales en el Río Timba será suficiente para cubrir las demandas de riego así calculadas, durante todo el año con excepción de los meses de Julio, Agosto y Septiembre. La máxima deficiencia de agua se producirá en el mes de Agosto y será de 3.5 metros cúbicos por segundo para el año más seco en 5 años, y de 5.5 metros cúbicos por segundo para el año más seco en veinte años. Para los efectos del estudio económico, y con el objeto de quedar del lado de la seguridad, se ha usado el máximo valor de 5.5 m^3/seg. como base para la capacidad de diseño de la planta de bombeo en el Río Cauca.

E. Necesidades de Drenaje

Importantes extensiones de la zona que abarca el proyecto, están convertidas en ciénagas debido a las inundaciones de los ríos, especialmente del Río Cauca, que se desbordan por diferentes sectores durante las crecientes, y por la falta de drenes adecuados que evacúen las aguas lluvias.El subsuelo en general es

muy poco permeable, lo que impide el escurrimiento vertical de esas aguas lluvias, que se acumulan en las áreas bajas, elevando considerablemente los respectivos niveles freáticos.

Aparte del marcado efecto dañino que las áreas pantanosas ejercen en la salud de las poblaciones vecinas y en el ganado y cultivos, la mayor parte de las ciénagas está constituída por suelos de muy buena calidad para cultivos diversos. La agricultura y la ganadería de la región y el progreso material de la misma, se beneficiarán notablemente con el establecimiento de un sistema de control y drenaje, que permita remover en forma eficiente las aguas que se acumulan en las áreas bajas de la zona. El sistema de control y drenaje deberá ejecutarse conjuntamente con las obras de irrigación. Los drenes y caños que se dispongan para remover las aguas lluvias, servirán al mismo tiempo para captar y evacuar las aguas excedentes del sistema de irrigación.

El plan inicial de drenaje y protección, durante la primera etapa de desarrollo del proyecto, consistirá en limpiar, profundizar, ensanchar y rectificar los drenes y caños existentes en la actualidad, prolongándolos hasta proporcionarles una salida adecuada hacia el Río Cauca. El sistema se completará con la construcción de nuevos drenes, según las necesidades de cada sector de la zona, de manera de obtener un sistema eficiente de remoción de todas las aguas superficiales. Se construirán igualmente algunos drenes profundos, dentro de las áreas pantanosas, para desecarlas y bajar sus niveles freáticos. Como un complemento indispensable del sistema, se construirán pequeños diques o jarillones a lo largo de ciertos tramos del Río Cauca y de los Ríos Guachinte y Jamundí.

Llamamos especialmente la atención sobre la necesidad de establecer un buen sistema de drenaje, debido a la importancia que éste tiene en suelos como los que forman la mayor parte de la zona irrigable, con el objeto de poder diversificar los cultivos y de obtener rendimientos óptimos en las cosechas.

F. Métodos de Distribución y
Riego que Deben Emplearse

La calidad de los suelos, las condiciones topográficas, y las clases de cultivos, hacen recomendable operar el nuevo sistema de irrigación por el método de caudal contínuo. Todos los canales que forman el sistema de distribución, se han diseñado con una capacidad suficiente como para operar al sistema con cierta elasticidad. Los canales sub-laterales y distributarios tendrán capacidad suficiente como para permitir el empleo del método de rotación entre algunos grupos de regantes, cuando las condiciones de cultivo así lo requieran. Por lo demás, los canales que forman parte del sistema de distribución se han diseñado ajustando su posición, en lo posible, con respecto a la superficie del terreno, de manera que el nivel de agua en ellos esté a suficiente altura sobre la superficie del terreno como para poder derivar el agua y conducirla hasta los puntos más elevados de los límites superiores de las correspondientes áreas. Canales como los sublaterales y distributarios especialmente, deben acarrear un caudal de agua como sea posible, por encima de la superficie de las tierras adyacentes. Esta condición facilitará la aplicación económica del agua a las tierras en cultivo, cualquiera que sea el método que para ello se emplee.

Los métodos de aplicación de agua a las tierras que pueden emplearse con más éxito en la zona irrigable, son: a) riego por surcos y b) riego por pozos de retención ó encharcamiento. En el capítulo correspondiente, se hace una exposición detallada de estos métodos.

G. Factibilidad Técnica del Proyecto

La información hidrológica que se incluye en el informe, así como los levantamientos topográficos y estudios de suelos efectuados, han servido de base para determinar la factibilidad técnica de las diferentes obras que comprende el proyecto. De a-

cuerdo al coeficiente de riego de 0.85 litros por segundo por hectárea a que hemos hecho referencia anteriormente, la demanda máxima de agua será de 11 metros cúbicos por segundo para las 13,000 hectáreas que abarca el proyecto. La mayor parte de esta dotación se puede obtener por gravedad, con un canal de derivación del Río Timba. Solamente durante los meses de estiaje, Julio, Agosto y Septiembre, será insuficiente el caudal del Río Timba. Esta insuficiencia, que llegará a un máximo de 3.5 metros cúbicos por segundo en el mes de Agosto, para el año más seco en cinco años, se suplirá por medio de una planta de bombeo en el Río Cauca

El canal de derivación, desde el Río Timba hasta la planta Hidroeléctrica de Guachinte, correrá, en su mayor longitud, en media ladera. El terreno que debe recorrer es de buena calidad y las pendientes transversales son relativamente suaves, entre 2° y 30° como máximo, razón por la cual no ha sido necesario incluír obras complicadas y costosas para este canal. El canal que debe conducir las aguas de bombeo desde el Río Cauca hasta el cruce del Río Guachinte, correrá igualmente en terreno en media ladera, de buena calidad. Estos dos canales irán revestidos en concreto, por el método "gunite", para evitar pérdidas excesivas de conducción.

El canal principal que arranca de la cota 990.00 sobre la márgen izquierda del Río Guachinte, que constituye el punto más elevado de la zona irrigable, se construirá en terreno plano en toda su longitud y no requerirá revestimiento de concreto.

De acuerdo al estudio de suelos efectuado, las tierras de la zona irrigable están constituídas por suelos de buena calidad para cultivos de arroz, caña de azúcar, pastos, cacao, plátanos, etc. Los rendimientos de estos cultivos podrán ser óptimos, con el establecimiento de obras para el riego artificial y de un sistema eficiente de drenaje.

H. Factibilidad Económica del Proyecto

Según el estudio económico que se presenta en el Capítulo IX, el costo de construcción por hectárea del área bruta para la primera etapa, será de $ 252.oo. Este costo se elevará a $290 después de ejecutar las obras de la segunda etapa.

El costo anual medio por hectárea que debe pagar el agricultor se ha estimado sobre la base de un período de 25 años para amortizar el capital invertido, a un interés del 4%, condiciones que creemos razonables para un proyecto de esta clase, cuyo éxito depende, en gran parte, de las facilidades que preste el Gobierno para su financiación. En estas condiciones, el costo anual medio por hectárea, para la primera etapa, resulta $ 37.40, incluyendo una inversión de $ 100.oo por hectárea para preparación del terreno y construcción de las acequias necesarias para la aplicación del agua de riego dentro de cada propiedad, amortizable tambien en 25 años al 4%, y el costo anual de operación y mantenimiento del sistema de irrigación. Después de ejecutarse las obras de la segunda etapa, el costo anual medio por hectárea se elevará a $ 47.oo, incluyéndose aquí la parte proporcional de construcción de canales que corresponde a irrigación, la construcción de la planta de bombeo y mantenimiento y operación de la misma, y amortización del equipo depreciable de bombeo en 20 años, al 6%, además de los ítems considerados en la primera etapa.

Si consideramos que con este costo anual medio por hectárea se está amortizando el capital invertido, en un período de 25 años y a un interés de 4%,y se cubren además todos los gastos de operación del sistema de irrigación y se amortiza el equipo de bombeo depreciable, vemos que, en relación con los beneficios que se derivan para la región, el proyecto es económicamente factible. Según estudios efectuados en el Valle del Cauca,cultivos como arroz, maíz, caña de azúcar, pastos, etc., cultivados con riego artificial a un costo anual de $ 60.oo por hectárea,dejan un buen margen de utilidad a los agricultores. Por lo demás,

el costo anual medio por hectárea de $ 47.oo a que nos referimos más arriba, se reducirá a menos de la mitad una vez amortizado el costo de construcción de las obras.

Aparte de los beneficios directos que se obtengan de las tierras irrigadas, los mismos que estudiamos con mayor detalle en el capítulo V, es conveniente tener en miente aquellos beneficios indirectos é intangibles, tanto para la región como para el país, que no se pueden expresar en cifras pero cuya influencia se deja notar en la economía regional y nacional casi inmediatamente después de ejecutados proyectos como el de Irrigación del Río Timba.

I. Desarrollo del Proyecto

Aunque los diseños y presupuestos de todas las obras que forman parte del proyecto, se han preparado suponiendo que la ejecución completa de todo el proyecto se hará desde el principio, es aconsejable desarrollarlo en dos etapas diferentes. Durante la primera etapa, deberán construírse aquellas obras indispensables para derivar las aguas del Río Timba hasta las tierras irrigables, y el sistema de distribución necesario para aplicar las aguas a las tierras; la segunda etapa comprenderá la construcción de la planta hidroeléctrica, la planta de bombeo, y los canales adicionales que se requieran. En esta forma, las aguas derivadas del Río Timba proporcionarán el caudal necesario para desarrollar la región durante los primeros diez años. Las experiencias así obtenidas, durante los primeros años de desarrollo agrícola en la zona, proporcionarán datos más exactos acerca de los cultivos mejor adaptables a las tierras y de las demandas reales de agua, de manera de poder planear las obras de la segunda etapa, de acuerdo a las verdaderas necesidades. Para este estudio se han asumido cultivos y necesidades de riego, con el objeto de determinar los coeficientes de riego que permitan preparar los diseños y presupuestos aproximados de las diferentes obras. Al asumir estos di

ferentes factores, nos hemos puesto siempre del lado de la seguridad, de manera de no fallar en la estimación económica del proyecto. Pero la división del proyecto en dos etapas, facilitará una mejor información para planear, en forma más económica, las obras de la segunda etapa. En esta forma, la planta de bombeo y el canal que debe conducir sus aguas hasta la zona de riego, podrán diseñarse y construírse para suplir las deficiencias reales de agua de regadío, estimadas de acuerdo a datos experimentales obtenidos en la zona.

Suponiendo que el proyecto se desarrolle en dos etapas, las obras y presupuestos correspondientes a cada una de las etapas serán como sigue:

Primera Etapa

1. Obras de Toma en el Río Timba, con capacidad para 11 m^3/seg.
2. Canal de derivación para conducir las aguas del Río Timba al Río Guachinte. Este canal tendrá seis kilómetros de longitud y capacidad para 11 metros cúbicos por segundo. Su sección irá revestida en concreto en toda su longitud.
3. Obras de Toma en el Río Guachinte, con capacidad para 11 m^3/seg.
4. Canal Principal. Este canal, en su longitud total de 29 kilómetros, corre en terreno plano. No necesita revestimiento.
5. Sistema de Distribución, formado por 51 kilómetros de canales laterales y 94 kilómetros de canales sublaterales, incluyendo todas sus estructuras de toma y estructuras de paso.
6. Sistema de Drenaje.

El costo total de esta etapa, incluyendo 10% por dirección técnica é ingeniería, y 10% de imprevistos, se ha estimado en $ 3´283,200.oo.

Segunda Etapa

1. Planta Hidroeléctrica de Guachinte, con capacidad máxima de 2000 KW.

2. Planta de Bombeo en el Río Cauca, con capacidad máxima de 6.0 m^3/seg., altura estática máxima de bombeo, cuatro metros, y altura manométrica total máxima de cinco metros.

3. Canal de Derivación para la Planta Hidroeléctrica de Guachinte, que arrancará del canal construído en la primera etapa, en un punto cerca a la hacienda La Ferreyra. Este canal, con capacidad para 11 m^3/seg. y longitud total de 6,750 metros, irá revestido de concreto en toda su longitud.

4. Canal para conducir las aguas de la Planta de Bombeo hasta el cruce del Río Guachinte, cerca a la Planta Hidroeléctrica, con capacidad para 6 m^3/seg. y longitud total de 9,100 metros. El tramo en media ladera, con un total de 6,500 metros de canal, irá revestido en concreto, y sin revestir el resto.

El costo total de la segunda etapa, incluyendo 10% por dirección técnica é ingeniería y 10% por imprevistos, será de $ 2´910,840.oo.

Si el proyecto se construye todo en una sola etapa, no será necesario construír las obras de toma en el Río Guachinte y por consiguiente el presupuesto total resultará disminuído en el costo de dicha obra más los correspondientes porcentajes de imprevistos y dirección técnica, ó sea en $ 315,600.oo.

C A P I T U L O II

CARACTERISTICAS FISICAS DE LA ZONA

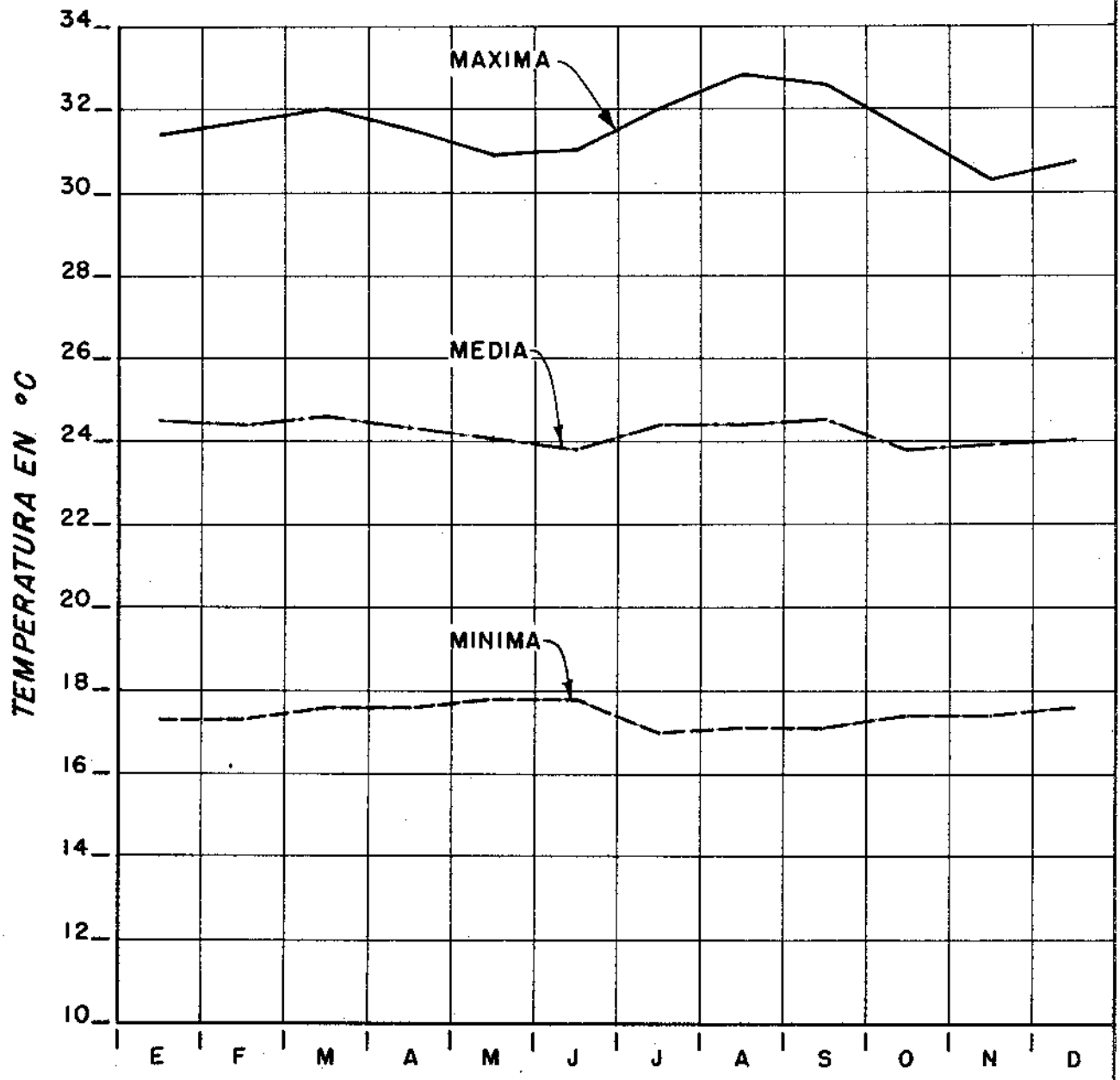
A. Clima

El clima de una región es, indiscutiblemente, uno de los factores de mayor importancia en el desarrollo económico y social de la misma. No existen datos climatológicos observados dentro de la zona misma que abarca el proyecto en estudio, pero las observaciones efectuadas en la ciudad de Cali pueden servir de base para apreciar las ventajas climatológicas del área, ya que debido a su cercanía, las condiciones son muy similares.

1. Temperaturas

El clima de Cali es caliente pero nó de un calor sofocante contínuo, pues las tardes y las noches son frescas. La Temperatura media diaria oscila entre 24° C y 25° C y tiene un amplitud diaria entre 10° y 15° C. Las temperaturas máximas diarias alcanzan a 30° C y 31° C en casi todos los meses del año, con unas máximas absolutas hasta de 35° C, fenómeno éste que se observa muy rara vez. Las temperaturas mínimas normales diarias fluctúan entre 19° C y 20° C en todos los meses, registrándose mínimas absolutas hasta de 12° C en Septiembre de 1933, que ha sido una excepción en los últimos 15 años, pues el promedio de temperaturas extremas está entre los 15° C y 16° C, mensualmente, y la mínima media anual, entre 18° C y 19° C.

Tenemos así que la temperatura máxima media mensual en Cali, oscila entre los 28° C y 29° C en todos los meses. Tanto la media mensual como la media anual oscila entre los 23° C y 24° centígrados.



VARIACIONES PROMEDIAS DE LAS TEMPERATURAS

OBSERVADAS EN CALI DURANTE 12 AÑOS

DIBUJADO POR: L. A. D. REVISADO POR: ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO DIB. Nº XI

MULTILITH

2. Humedad Relativa

La humedad relativa en Cali varía durante el día, como es natural, en razón inversa a la temperatura. Tomando un ejemplo de cualquier día del año, vemos que en las primeras horas de la mañana (de 7 á 8 a.m.), se registra una máxima de alrededor de 90% á 95% en casi todos los meses, con excepción de Julio, Agosto y Septiembre, meses en los cuales la oscilación fluctúa entre 78% y 80%. La humedad en las horas de la tarde oscila entre 63% y 66% durante los meses lluviosos y entre 53% y 58% en los meses secos. El promedio de humedad relativa diario, como se observa, está entre 60% y 68% en los meses de Julio, Agosto y Septiembre, variando los meses lluviosos entre 69% y 71%.

El porcentaje medio mensual de humedad oscila entre 65% y 71%, coincidiendo en su máxima humedad con la mayor precipitación pluviométrica mensual. Al comparar el promedio mensual con el anual, que fluctúa entre 62% y 70%, se llega a la conclusión de que existe una humedad constante, que no afecta la marcha normal de ésta, y que hace que el clima sea más o menos igual en todas las épocas del año. El clima de Cali es, pues, seco y su causa principal estriba en que durante el día no llegan vientos saturados de humedad.

3. Evaporación

Aunque las observaciones sobre la evaporación en Cali son muy pocas, los datos hasta ahora obtenidos indican una evaporación diaria que fluctúa entre 2.5 y 3.5 milímetros, que dá un promedio mensual de 3.00 milímetros diarios.

4. Régimen Pluviométrico

En Cali la distribución de las lluvias se puede dividir en cuatro estaciones más o menos definidas: de Diciembre a Febre

ro, período seco con un promedio mensual de 82.92 milímetros de precipitación. De Marzo a Mayo, período lluvioso con un promedio mensual de 110.24 milímetros de precipitación. De Junio a Agosto, período seco o propiamente verano, con un promedio mensual de 32.31 milímetros de lluvia. De Septiembre a Noviembre, período lluvioso con un promedio mensual de 107.54 milímetros de lluvia.

La precipitación pluvial mensual durante los períodos lluviosos, oscila entre 100 y 140 milímetros, y en las estaciones secas, entre 60 y 80 milímetros. Con respecto a la precipitación pluvial diaria en un mismo mes, se nota que hay una diferencia de un día a otro en la cantidad de lluvia en milímetros durante las 24 horas, diferencia que oscila entre 2 y 30 milímetros.

5. Vientos

En Cali la regularidad de los vientos durante el día está muy bien definida: en las horas de la mañana, durante todos los días del año con unas pocas excepciones, los vientos tienen la dirección Suroeste, con una velocidad media de 3.6 kilómetros por hora. En las horas del medio día (12 m. á 1 p.m.) en los meses secos, la dirección es la del Oeste, con una velocidad media de 1 á 2 metros por segundo. En las horas de la tarde, desde las 3 p.m., comienzan a soplar los vientos del Noroeste, que dominan en casi todos los días del año; estos vientos tienen una velocidad que oscila entre dos y cuatro metros por segundo. En algunos días soplan también otras corrientes de aire procedentes del Sur, Suroeste y Este, durante el día, pero con mucha irregularidad y duración escasa, con una velocidad media de 0.50 metros por segundo.

Los vientos predominantes en Cali vienen del Noroeste, procedentes de la costa del Pacífico; son secos, aunque vienen del mar, debido a que en su ascenso a la cordillera se encuentran con el aire frío de ésta, produciéndose la condensación de su hu

cerca del Río Guachinte. Mejor dicho, el nivel del agua en el canal, inmediatamente después de cruzar el Río Guachinte, tendrá la cota 990.00. Se llegó a esta selección, después de intentar diferentes trazos, con gradientes variables, en los planos a escala 1 : 20,000.

2. Relieve

Según los diferentes planos topográficos confeccionados para el presente estudio, podemos apreciar que la pendiente general de los terrenos es de Occidente hacia el Río Cauca, acentuándose un poco en la tercera parte occidental, donde se puede estimar que varía del 1% al 2½%. A medida que se avanza hacia el Este, la pendiente disminuye, hasta ser casi plana en el centro de la zona y en las vegas del Río. La superficie en general es ligeramente ondulada y se nota frecuentemente la presencia de "mogotes" ó pequeños promontorios de tierra, lo cual se observa principalmente en las áreas con drenaje externo deficiente. Desde el punto de vista topográfico, se puede decir que las tierras que cubre el proyecto son excelentes para las labores agrícolas, ya que no requieren trabajos especiales de nivelación, a excepción de pequeñas extensiones cerca a los ríos y quebradas.

3. Levantamientos Topográficos

No existiendo levantamientos topográficos detallados de la región que pudieran servir de base al presente estudio, fué necesario levantar los planos que se mencionan a continuación, tánto del área agrícola como de la faja de ubicación del Canal de Derivación y de aquellos sitios donde podrían ubicarse estructuras especiales.

I. Con Plancheta y Taquímetro:

(a) Topografía del Río Timba, desde el sitio del Embalse de Marilópez hasta la toma en el Timba.

(b) Topografía de la faja a lo largo del canal de derivación, desde la toma en el Río Timba hasta la estación de Guachinte. En su mayor extensión, el Canal de Derivación corre en media ladera, con pendientes transversales que varían entre dos grados y 30 grados.

(c) Una faja de media ladera, desde el lugar denominado la Ferreira hasta el Río Cauca, en el sitio de la Planta de Bombeo. Se incluyó aquí una zona baja entre el Río Timba y las lomas que van hasta el Río Cauca.

(d) Topografía de una faja de terreno en media ladera, desde la Planta de Bombeo en el Río Cauca hasta el Río Guachinte, para el trazo del canal que debe conducir las aguas de bombeo.

Los levantamientos anteriores se efectuaron a la escala 1 : 5,000, por medio de la plancheta, con base en poligonales trazadas con taquímetro. Las líneas de las poligonales se nivelaron con nivel de precisión. Los dibujos Nos. 8, 9, 10, 11 y 12 muestran estos levantamientos.

(e) Topografía detallada de sitios especiales. Se hicieron levantamientos a escala 1 : 1,000 de los siguientes sitios: zona del embalse de Marilópez; Toma del Río Timba; Planta de Bombeo en el Río Cauca; Toma en la parte baja del Río Timba, abajo del Puente del ferrocarril sobre el mismo río; cruce del río Claro por el Canal Principal. A escala 1 : 2,000 se levantó la zona del Río Guachinte próxima a la Planta Hidroeléctrica.

Los levantamientos anteriores se efectuaron por los métodos ya mencionados.

II. Con Aerofotografías :

El plano general del área de riego, Dibujos Nos. 13, 14 y 15, se confeccionó con base en las aerofotografías del Instituto Geográfico Militar y Catastral. Este plano se ha preparado a la escala 1 : 20,000, para lo cual fué necesario ampliar las aerofotografías. La escala original de éstas es bastante uniforme y por lo tanto el resultado de la ampliación en masa fué satisfactorio aunque no completamente exacto. Para ajustar y fijar el control horizontal de estas fotografías, se preparó una red de triangulación, formada por las siguientes poligonales principales: poligonal a lo largo del ferrocarril, corrida con tránsito y cinta desde Cali hasta La Balsa; poligonal desde la línea férrea en Guachinte hasta "El Nilo"; poligonales corridas con tránsito y taquímetro por la firma Parsons, Brinckerhoff, Hogan & Macdonald, entre Jamundí y el Paso de La Balsa, y entre La Viga y el Puente del Hormiguero. Se corrieron, además, algunas poligonales con plancheta a lo largo del Río Cauca y en la zona Robles-Timba-Guachinte. Como orígen de coordenadas se usó el punto de La Riverita del Instituto Geográfico Militar y Catastral y otros cerca a Cali. Se emplearon las coordenadas modificadas en el año 1947 por el Instituto. La poligonal a lo largo del ferrocarril fué corrida dos veces.

En cuanto al control vertical para la preparación de este mapa, se usó como base el punto del Instituto Geográfico Militar en La Riverita, con su nivel trigonométrico, así como los niveles establecidos previamente por la Parsons y que tenían la misma base. Se corrió una red de niveles muy extensa, estableciendo "bench marks" cada 500 metros prácticamente en toda el área plana entre La Balsa y Cali. Esta red se ajustó cuidadosamente, por el método de Tell y con base en ella se dibujaron curvas de nivel

de dos en dos metros. Toda la red de niveles fué corrida con nivel de precisión y las lineas fueron repetidas cuando los errores pasaban de 10 centímetros.

C. Hidrología

I. Introducción

De un estudio efectuado por los doctores Enrique Hubach y Pablo Schaufeberger[x] extractamos lo siguiente: "El grado hasta el cual depende la repartición de la humedad y de la sequía de los caracteres orográficos se pone de manifiesto en el Occidente de Colombia, especialmente en los Departamentos del Valle y del Cauca. La razón principal de evaporación que producen las lluvias que bañan el occidente del país, es la corriente cálida del Centro Pacífico. Esta corriente viene con rumbo Esta hacia Panamá - Costa Rica y se parte ahí en dos brazos que enseguida se devuelven al Occidente. El brazo meridional que nos interesa sigue primero por la costa Occidental de Colombia hasta la altura de Guayaquil, donde emprende el regreso, pasando por el lado norte de las islas Galápagos, (Wolf). Llevada por los vientos ascendentes diurnos hacia la montaña de los Andes, la evaporación de la corriente cálida produce nubes lluvias al contacto con la selva de la zona litoral, de temperatura relativamente fría. Las nubes siguen luego por la Cordillera Occidental donde se detienen y se levantan secundariamente por la influencia de los vientos ascendentes de las hoyas y riegan toda la Cordillera Occidental, menos los valles y las hoyas situadas en el lado oriental de las serranías y cordones, es decir a la sombra de las lluvias que traen las nubes en su marcha de Oeste á Este. Conforme a esta influencia orográfica sobre la condensación de las nubes, toda la zona

---

(x) Enrique Hubach y Pablo Schaufeberger: "Geología Agrícola del Valle del Cauca", "COLOMBIA" de Octubre de 1944.

medad, que dá como resultado las constantes precipitaciones de la costa del Pacífico. Estos son los vientos que hacen menos sofocante la temperatura de Cali de las 3:30 p.m. en adelante, pues soplan por espacio de unas 5 á 6 horas diarias.

El clima de Cali se puede clasificar, pues, como tropical moderado, ya que sus temperaturas mensuales están entre 23°C y 24°C, con una oscilación entre 8 y 9 grados. Es un clima seco, pues su humedad relativa media mensual fluctúa entre 62% y 70% en casi todo el año, y la evaporación de agua promedia mensual es baja, de 1 á 1.5 milímetros.

B. Topografía.

1. Situación de la Zona y Localización del Proyecto.

La zona que abarca el proyecto está situada en el Departamento del Valle del Cauca, sobre la márgen izquierda del Río Cauca, a unos 25 kilómetros al sur de la ciudad de Cali. El área de riego está surcada por varios ríos y quebradas que nacen en la Cordillera Occidental, corren en un sentido general de Occidente a Oriente y van a desaguar al Río Cauca. De éstos, los principales son los Ríos Guachinte, Claro y Jamundí, y el Río Pance que desagua el Río Jamundí. El Dibujo Nº 2 nos muestra la situación de la zona dentro del Departamento del Valle del Cauca. En el mismo dibujo podemos ver la localización del proyecto dentro de la zona. El extremo sur del Proyecto lo constituye la Toma principal sobre el Río Timba, situada a unos 9 kilómetros, en línea recta, de la estación de Guachinte. El área de riego está limitada en la siguiente forma:

Norte: Carretera a Puerto Tejada. Como puede apreciarse en el plano del Dibujo Nº 2, al Norte de la carretera a Puerto Tejada existen algunas áreas irrigables de buena calidad, encima de la curva de nivel 960.00, las mismas que pueden irrigarse con

aguas de los ríos Pance, Lilí, Meléndez y Cañaveralejo. Luego por ahora no se justificaría prolongar el canal más al norte de lo indicado en el plano. En cuanto al área que queda por debajo de la curva de nivel 960.00, entre la carretera a Puerto Tejada y Cali,notamos en el plano que es sumamente pantanosa. Las tierras de esta zona son de muy buena calidad, y su cercanía a Cali las hace más valiosas, pero ése es más un problema de drenaje que de irrigación, razón por la cual no se les incluye en el presente informe. Para un proyecto futuro que contemple la desecación y cultivo de ésta última zona, es probable que se haga necesaria la prolongación del canal.

Sur: Población de Robles. Como se puede ver en el Dibujo Nº2, la zona de cultivo se puede extender hasta la población de Robles, en el extremo sur.

Este: Río Cauca, que constituye el lindero geográfico natural por este lado.

Oeste: Cordillera Occidental. La línea de contacto entre la Cordillera Occidental y la parte plana, constituye el límite oeste natural de la zona irrigable, pero en realidad el lindero del proyecto es el canal principal, como se vé en el Dibujo Nº 2. El área que queda encima del canal principal, hasta la Cordillera Occidental, se irrigaría con aguas derivadas directamente de los Ríos Claro, Jamundí y Pance. El área comprendida entre el canal principal y el río Cauca, deberá irrigarse con las aguas derivadas del Río Timba. Como se observa en el Dibujo a que nos hemos referido, el Canal Principal se ha ubicado de manera de cubrir el máximo posible de área irrigable, pero procurando al mismo tiempo que su trazo vaya en terreno plano, en su mayor longitud, con el objeto de obtener un canal más económico. Solamente un pequeño tramo del canal, después de cruzar el Río Jamundí,será construído en media ladera. Para poder trazar el canal según la ubicación que se indica en el Dibujo Nº 2, ha sido necesario arrancar con la cota 990.00 en el extremo sur del Canal Principal,

comprendida entre la cumbre de la Cordillera Occidental y la costa del Pacífico es intensamente húmeda, a excepción de los Valles, como el de la población de Dagua. Este se halla tan perfectamente a la sombra de la lluvia que viene a ser un pequeño centro de acentuada sequía (vegetación xerófila de cactus y espinos) en medio y a inmediación de zonas excepcionalmente húmedas, como la que se halla desde la cumbre de la serranía del Dagua al Occidente. Este contraste seguramente es de lo más singular que ofrece el Occidente de Colombia. Más vasta es la zona seca que se forma a raíz de las condiciones orográficas y de la dirección que traen las nubes del Pacífico, al Occidente de la cumbre de la Cordillera Occidental, es decir, en la hoya andina del Cauca. La hoya constituye al mismo tiempo una faja de evaporación de relativa importancia, pero esta evaporación no se condensa sino en los bordes altos porque es ahí donde reina la temperatura lo suficientemente baja (favorecida por la selva) que permite la condensación. Después de atravesar la cumbre de la Cordillera Occidental y la hoya Andina del Cauca, las nubes del Pacífico y las que provienen de la evaporación en las zonas intermedias llegan a la Cordillera Central donde se condensan copiosamente hasta cerca de la cumbre. En la cumbre se encuentran con las nubes que vienen de la zona de evaporación amazónica y de los terrenos intermedios. Estas van acompañadas de vientos más fuertes que levantan y hacen retroceder las nubes del Occidente. Con esta particularidad evidentemente se relaciona la humedad relativamente menor que ofrece el flanco Occidental de la Cordillera Central en comparación con el flanco oriental".

"Además de los elementos lineares, influye en la repartición de la humedad y de la sequía la repartición de los elementos circulares, en especial la de los nudos. Estos reunen las nubes en forma de corona y las condensan más intensamente de lo que sucede en los flancos de los elementos lineares que se hallan frente a la dirección de las nubes. La importancia que ésto tiene se desprende de que los ríos que bajan de los nudos son muy a

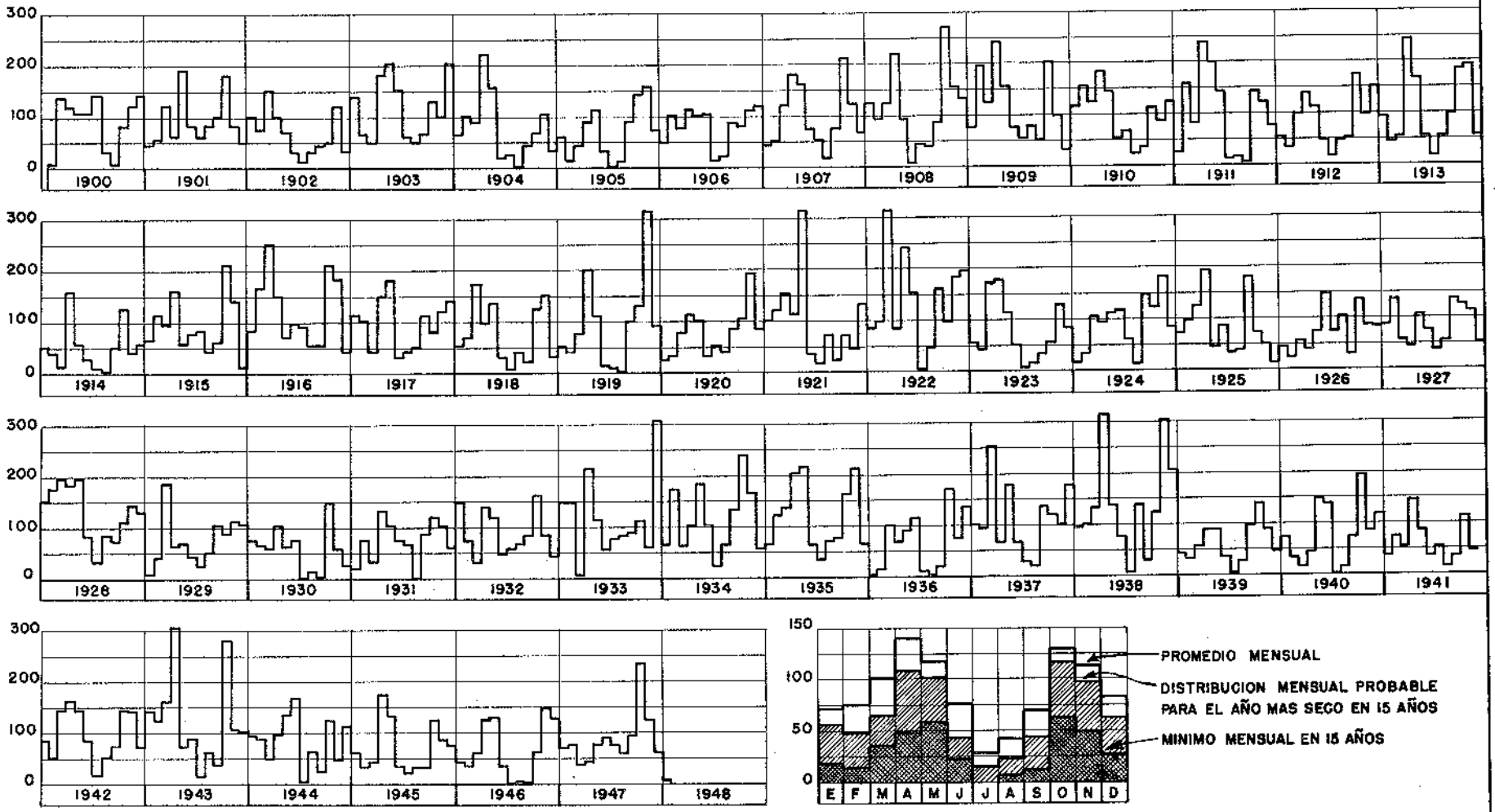
bundantes en caudal. Para el plano del Valle que es seco, dicha circunstancia tiene mayor valor porque dá orígen a ríos importantes, como el río Frío que baja del nudo del mismo nombre, y el río Pance que baja del nudo de los Farallones de Cali; a este respecto no deja de llamar la atención que el lado septentrional de los nudos siempre o comunmente son más secos que los demás lados y suponemos que ésto pueda relacionarse con la influencia que ejercen los vientos secos que vienen del Caribe".

"De esta repartición de la humedad y de la sequedad que se deja referir tan ampliamente a la orografía y a la tectónica y que también influye en las demás regiones del país, depende en gran parte la actividad económica y el progreso cívico de las regiones. Para citar un ejemplo nos referimos al plano del Valle. La relativa sequía que reina ahí impide por cierto la intensificación de la agricultura y la ganadería, salvo el caso de que pueda establecerse riego artificial, pero implica que el ambiente cálido templado sea favorable para la formación de un centro cívico y comercial, teniendo en consideración que, si el clima del plano del Valle fuera húmedo, reinaría un ambiente muy desfavorable a la salud, no muy distinto al que distingue al litoral del Pacífico que por este motivo y a pesar de las ventajas que en lo demás ofrece, ha impedido la expansión de la humanidad y de sus actividades".

2. Recursos Acuíferos

I. Pluviosidad

El único índice hidrológico a largo plazo que existe en el Valle, lo constituye las observaciones pluviométricas de la estación de La Manuelita, establecida en la hacienda del mismo nombre, y cuyos datos contínuos datan del año 1900 hasta el presente. El Dibujo Nº 1 nos muestra las lluvias mensuales y anuales en La Manuelita, desde el año 1900 hasta la fecha. En la mis



LLUVIAS EN "LA MANUELITA" MENSUALES Y ANUALES

DIBUJADO POR: A.F.S. REVISADO POR: ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO DIB. Nº I

MULTILITH

ma figura se muestra el promedio mensual de lluvia, la distribución mensual probable para el año más seco en 15 años, y el mínimo mensual en 15 años. La distribución mensual probable para el año más seco en 15 años, se ha calculado en la siguiente forma: el total de lluvia anual se escogió de tal manera que fuera igual al obtenido de la curva de frecuencia para una probabilidad de una vez cada 15 años; para los totales mensuales se utilizaron curvas mensuales de duración, escogiéndolas de tal manera que tuvieran la misma probabilidad de ocurrencia. El "año seco" que así se obtiene es aquel en el cual la pluviosidad es menor que la normal para cada uno de los doce meses y en el que cada uno de los valores mensuales guarda la misma relación con el promedio de lluvias para ese mes. Este "año seco" ha sido determinado con el objeto de estudiar los coeficientes de riego, tanto mensuales como anuales. Conviene aclarar que el mínimo que ha ocurrido para un mes dado en 15 años está considerablemente por debajo de los totales determinados para el año más seco en 15 años, pero la posibilidad de que todos los 12 mínimos ocurran en el mismo año es muy remota y no puede servir como base para diseño. Para ilustrar este punto, en el mismo Dibujo Nº 1 se muestra también el mínimo en 15 años para cada uno de los meses del año.

En el cuadro I del Apéndice A, se indica la lluvia mensual en la estación de la hacienda La Manuelita, en Palmira, desde el año 1900 hasta 1948, en milímetros de altura, valores éstos que son los que han servido para preparar el diagrama que se muestra en el Dibujo Nº 1.

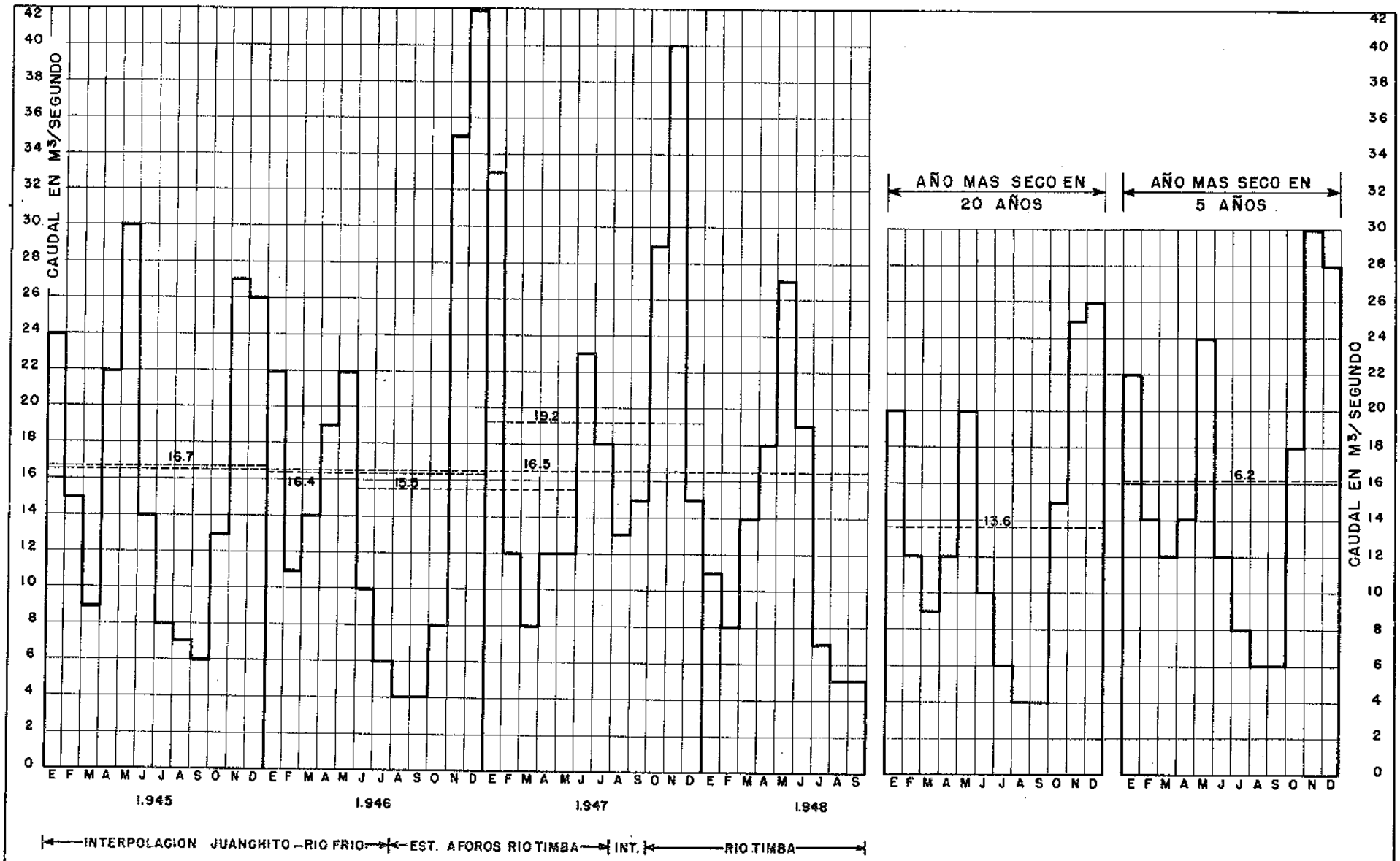
El cuadro II del mismo apéndice, nos muestra las observaciones pluviométricas en la estación del Colegio San Luis, en Cali, desde el año 1935 hasta 1946. El cuadro III muestra la lluvia mensual observada en la estación del Acueducto Municipal de Cali, desde 1929 hasta 1946. No se tienen datos de 1944. El cuadro IV nos dá las lluvias mensuales observadas en la Bocatoma del Acueducto Municipal de Cali, desde 1933 hasta Mayo de 1946. El

cuadro V muestra las lluvias mensuales observadas en la Facultad de Agronomía de Cali, desde 1940 hasta la actualidad. Los cuadros VI y VII nos muestran las pocas observaciones que se han podido hacer hasta ahora de la precipitación pluviométrica en Jamundí y San Antonio. La estación de Jamundí está cerca al municipio del mismo nombre, y por consiguiente en el centro mismo de la zona que cubre el presente estudio. La estación de San Antonio está situada en la Cordillera Occidental, frente a la zona de riego, y a unos 1,500 metros de altura.

Si comparamos los valores de la precipitación pluviométrica observados tanto en las estaciones cercanas a Cali como en las de Jamundí y San Antonio, con los valores de la estación de La Manuelita, observamos que en algunos casos hay diferencias considerables. Sin embargo, los promedios anuales son muy parecidos en todas las estaciones, y aún los valores promedios mensuales, en general, guardan cierta uniformidad. Siendo el de la estación de La Manuelita el registro más completo de lluvias en el Valle, y existiendo la correlación a que hemos hecho referencia arriba, usaremos para el cálculo de nuestros coeficientes de riego, las observaciones efectuadas en dicha estación.

II. Escurrimiento

Río Timba.- Existen observaciones de los caudales diarios del Río Timba, desde el mes de Agosto de 1946 hasta la fecha, con excepción de los meses de Agosto y Septiembre de 1947, datos éstos que son insuficientes para poder preparar un hidrograma de diseño del Río Timba. Con el objeto de poder incluír un mayor período de datos en el hidrograma que se acompaña, Dibujo Nº II, se hizo una comparación de las descargas observadas en el Río Timba con las del Río Frío (3 años de datos) y con las del Río Cauca (15 años de datos observados en la estación de Juanchito), determinándose así la relación media, bastante uniforme, para el Río Frío-Timba, y un poco irregular para el Río Timba-Cauca.



DIBUJADO POR: A.F.S REVISADO POR: ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA HIDROGRAMA DEL RIO TIMBA OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO: DIB. Nº II

MULTILITH

Se obtuvieron así los posibles caudales mensuales para el Río Timba en el año 1945 y los siete primeros meses de 1946. Se calcularon también por interpolación los caudales para Agosto y Septiembre de 1947, preparándose así el hidrograma que se muestra en el Dibujo Nº II. Con base en la comparación entre curvas de duración mensuales se determinó la distribución de caudal para el año más seco en 5 años y para el año más seco en 20 años, según se muestra en el mismo hidrograma. Esta distribución es más el resultado de una comparación cualitativa con el criterio desarrollado en varios años de trabajo en el Valle, que el resultado de un análisis matemático. Todos los datos así obtenidos, servirán para calcular los coeficientes de riego, que se usarán para estimar la capacidad de las obras de toma y de los diferentes canales.

En el Cuadro IX del Apéndice A se incluyen los caudales diarios del Río Timba, desde Agosto de 1946 hasta la fecha.

Río Guachinte.- El caudal del Río Guachinte durante la época de estiaje es tan insignificante, que no vale la pena considerarse como fuente de recursos para el proyecto de Timba.

Río Claro.- Existen observaciones de las descargas del Río Claro desde Septiembre de 1945 hasta la fecha, con interrupciones en los meses de Enero, Abril, Mayo, Junio, Noviembre y Diciembre de 1946. Se incluye en el presente informe el hidrograma del Río Claro, Dibujo Nº III, preparado con las observaciones existentes. El Cuadro X incluye las observaciones de descargas correspondientes

Río Jamundí.- El hidrograma del Río Jamundí que se incluye, Dibujo Nº IV, se ha preparado con las observaciones de gastos existentes diarios solamente desde Enero de 1946. En el cuadro XI del Apéndice A se muestran dichas descargas.

Río Pance.- No existen registros de las descargas diarias de este río, pero algunas observaciones aisladas hechas durante los dos últimos años indican las buenas condiciones hidrográficas del Río Pance, cuyas aguas pueden constituír una buena

fuente de abastecimiento para el riego de las tierras aledañas al mismo río y que queden por encima del canal principal que contempla este estudio.

Río Cauca.- Las descargas diarias del Río Cauca están muy por encima de las necesidades de riego para el proyecto de Timba, de manera que cualquier cantidad que haya que bombear de este río estará ampliamente garantizada. El cuadro Nº VIII del Apéndice A incluye las descargas diarias del Río Cauca según las observaciones efectuadas en la estación de aforos de Juanchito.

3. Conclusiones

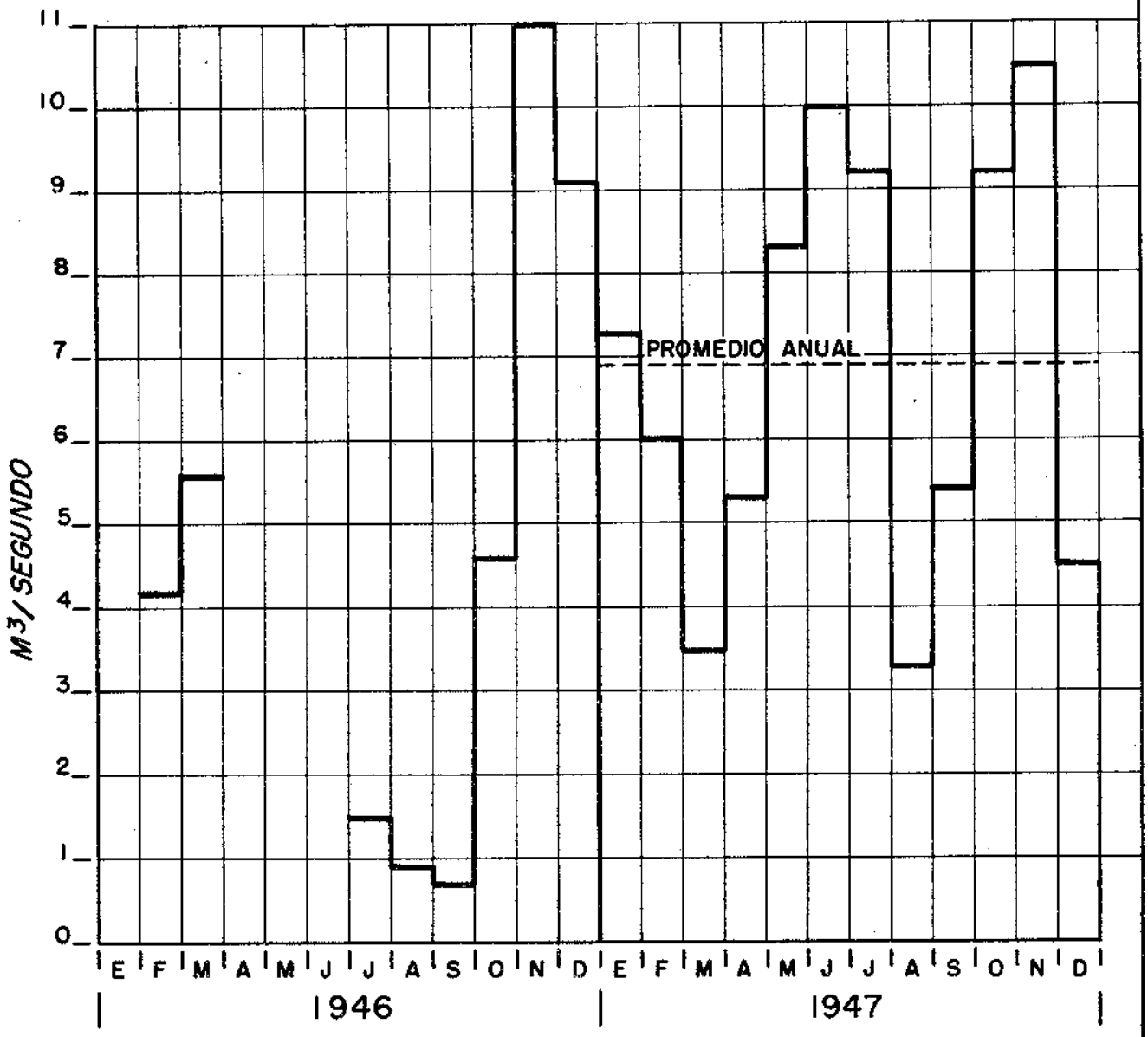
Las fuentes de recursos acuíferos a que nos hemos referido en las páginas anteriores, se pueden agrupar y resumir en la siguiente forma:

I. Riego Natural

(a) Precipitación Pluvial.- Según veremos más adelante, de acuerdo al diagrama que se presenta en el Dibujo Nº VI, la precipitación pluvial es insuficiente para satisfacer la demanda de riego de un año normal, tomando los valores mensuales del agua utilizada por una hectárea media del área bruta. La demanda indicada en dicho diagrama se basa en una distribución de cultivos diversos que veremos más adelante. Como podemos apreciar en el mismo dibujo, la lluvia es suficiente para satisfacer la demanda total de los meses de Abril y Octubre solamente, y los meses de Mayo y Noviembre en su casi totalidad. Los otros ocho meses del año habrá que complementar las demandas por medio de riego artificial.

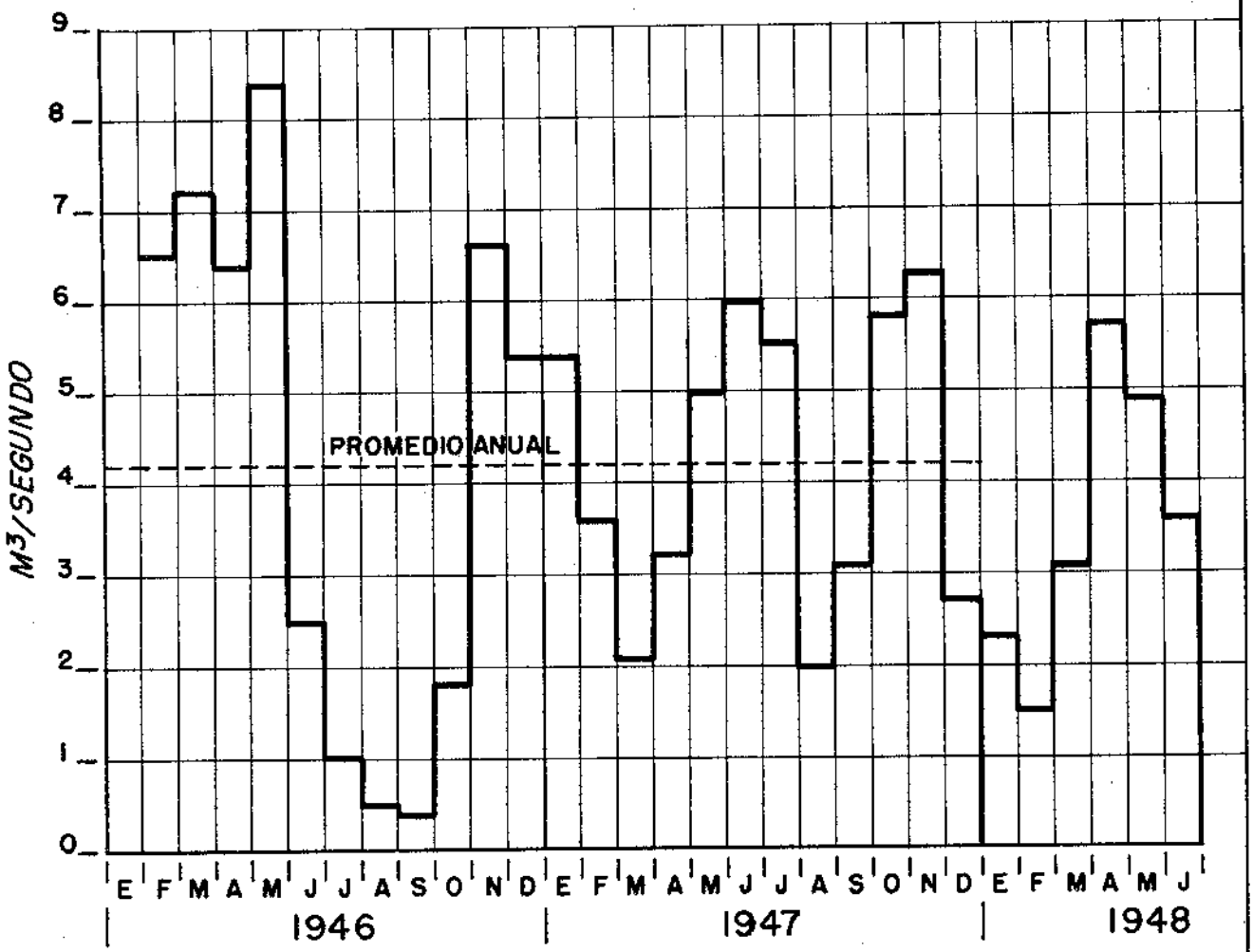
II. Riego Artificial

Las fuentes existentes para aplicación de riego artificial son las siguientes:



DIBUJADO POR: L.A.D. REVISADO POR: ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA HIDROGRAMA DEL RIO CLARO OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO DIB. Nº III

MULTILITH



DIBUJADO POR: L.A.D. REVISADO POR: ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA HIDROGRAMA DEL RIO JAMUNDI OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO DIB. Nº IV

MULTILITH

(a) Caudal del Río Timba

(b) Caudal del Río Guachinte

(c) Caudal del Río Claro

(d) Caudal del Río Jamundí

(e) Caudal del Río Pance

(f) Embalse en el Río Timba para aumentar y regular su caudal

(g) Bombeo del Río Cauca

En las páginas anteriores nos hemos referido en detalle a cada una de estas fuentes.

D. Demanda de Agua

1. Area que Comprende el Proyecto

El área plana total encerrada entre los linderos del proyecto es de 21,443 hectáreas. Consideramos que el área no irrigable, formada por las poblaciones, cerreteras, ferrocarriles, terrenos pobres, bosques, etc., constituye el 25% de la extensión total. El 75% restante lo denominamos "área bruta", ya que en ella se incluyen, además de las áreas de posible cultivo, los caminos dentro de las propiedades agrícolas, los canales, caseríos, tierras cultivadas que no utilizan riego todo el año, y un porcentaje de "tierras baldías". El área plana total la podemos descomponer, pues, en la siguiente forma:

	Area Plana	Area Bruta 75%
Area regada con el Canal Principal, que se inicia en la cota 990.00 sobre la márgen izquierda del Río Guachinte	13,913 Has	10,454 Has

	Area Plana	Area Bruta 75%
Area regada con el lateral NºI, que saldrá directamente del canal de Derivación, como se puede apreciar en los Dibujos correspondientes, y que cubrirá la mayor parte del área irrigable, sobre la márgen derecha del Río Guachinte hasta Robles.....	3,390 Has	2,546 Has
Area encima del canal Principal, y que deberá irrigarse con derivaciones de los Ríos Claro y Jamundí.....	1,600 Has	1,200 Has
Area encima del Canal Principal, y que deberá irrigarse con aguas del Río Pance.....	2,540 Has	1,900 Has
T O T A L	21,443 Has	16,100 Has

Luego el Canal Principal que arranca de la cota 990.00 sobre la márgen izquierda del Río Guachinte, deberá irrigar un total de 10,454 hectáreas. El Canal lateral Nº 1, sobre la márgen derecha del Río Guachinte, regará 2,546 hectáreas. Los ríos Claro y Jamundí regarán 1,200 hectáreas. Y el Río Pance regará 1,900 hectáreas.

Las aguas derivadas del Río Timba mas las que se bombeen del Río Cauca, deberán ser suficientes para irrigar un total de 10,454 + 2,546 = 13,000 hectáreas.

El porcentaje de área agrícola con pendientes mayores del 1% es tan reducido, que no vale la pena tomarlo en cuenta para los efectos del anteproyecto de conjunto del Río Timba.

2. Demanda Esencial Media por
Hectárea Bruta del Proyecto.
Demanda máxima y Variación Anual

Para determinar la cantidad necesaria de agua para el riego de una hectárea bruta de tierra, es necesario calcular una distribucín del tipo de cosechas y cultivos que van a utilizar estas aguas. Para el efecto, se ha hecho un estudio de los cultivos actuales en el Valle, y, teniendo en cuenta tanto la necesidad de diversificar las cosechas en forma que resulte en el mejor desarrollo para la agricultura, como la clase de suelos, se ha preparado una distribución preliminar de cultivos, que servirá de base a este estudio. Un estudio posterior más detallado, al preparar el proyecto definitivo, es probable que aconseje variar la distribución de cultivos que consideramos para el presente informe. Sin embargo consideramos que cualquier variación que se introduzca en la distribución de cultivos, dará como resultado coeficientes de riego inferiores a los que calculamos a continuación, lo que indicaría que estamos del lado de la seguridad.

Se considera la posibilidad de sembrar dos cosechas anuales de maíz, y de arroz, y cultivo contínuo de caña de azúcar, hortalizas, plátanos, frutas auranciáceas y pastos. El cálculo de los coeficientes de riego se basa así en la utilización contínua de las tierras, sin relación directa a las estaciones de verano é invierno. Se consideran los siguientes porcentajes del área bruta para los varios cultivos:

Maíz	10%
Caña de azúcar	25%
Arroz	12%
Hortalizas	5%
Pastos	15%
Auranciáceas	5%
Plátanos	8%
Tierras Baldías	20%
T o t a l	100%

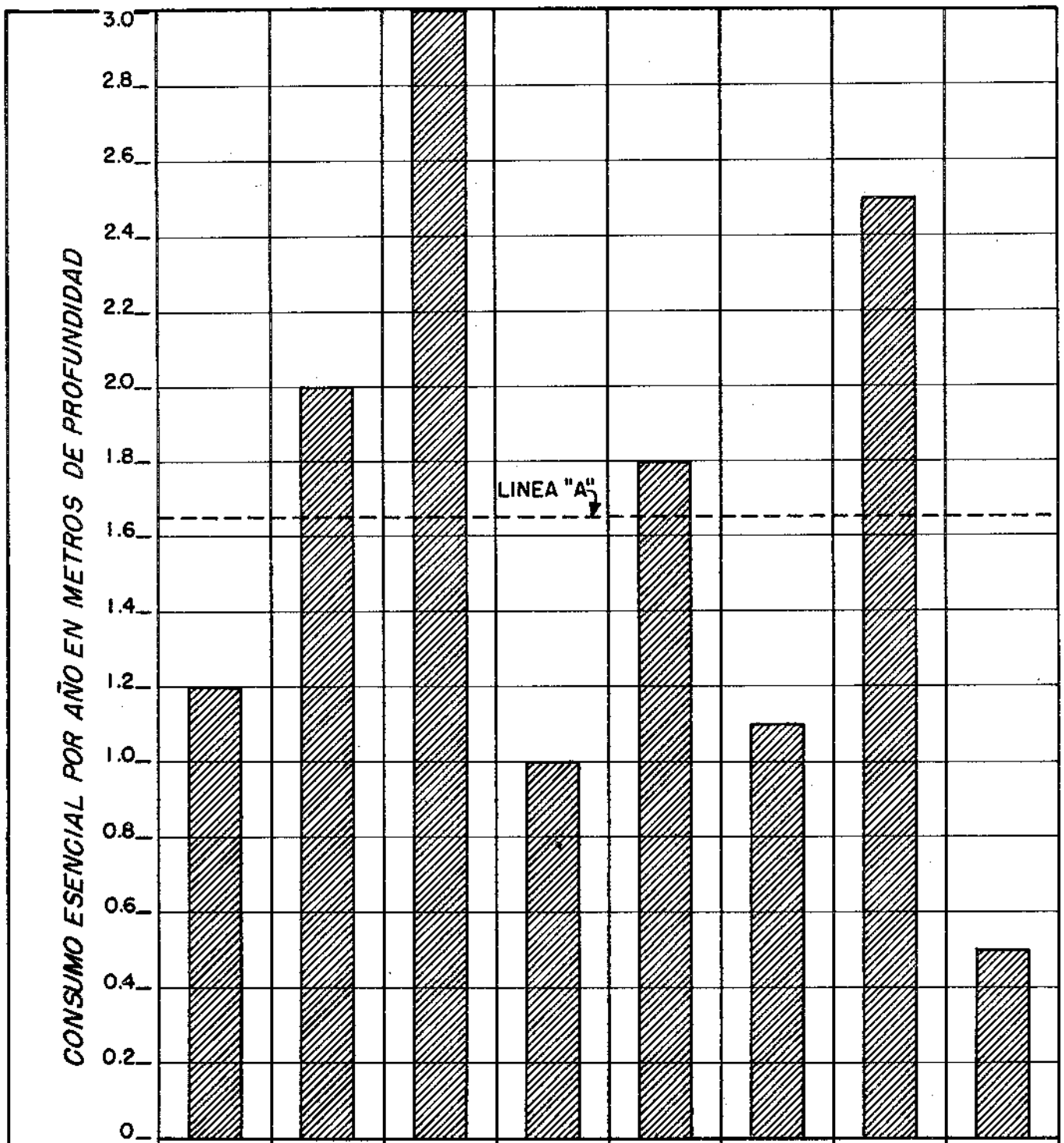
El porcentaje de tierras baldías incluye todos los terrenos no utilizados como caminos dentro de las propiedades agrícolas, canales, caseríos y tierras cultivadas que no utilizan riego todos los años.

La distribución de cultivos anterior tiene como único objeto el servir de base para un cálculo razonable de los índices o coeficientes de riego. La distribución más económica de los cultivos queda claramente más allá del objeto de este estudio.

El gráfico que se muestra en el Dibujo Nº V se ha preparado teniendo en cuenta la distribución de cultivos indicada. En dicho gráfico se demuestra la demanda o consumo esencial por año, en metros de profundidad, para cada uno de los cultivos considerados, según sus respectivos porcentajes. Esta demanda esencial se refiere al consumo total de la planta sin incluír pérdidas por infiltración ni pérdidas superficiales. La Demanda Esencial es, pues, la dotación de agua que consume la planta misma, parte de la cual la absorbe la planta y la transforma, parte la transpira al aire durante su crecimiento, y parte se evapora del terreno que circunda la planta.

Del gráfico del Dibujo Nº V se obtiene la demanda de agua para una hectárea promedio del área bruta, utilizando las proporciones de cultivos diversos que se indican. Dicho consumo es igual a 1.65 m de agua por año. Es decir que los terrenos cultivados deben recibir 1.65 m de profundidad de agua (proveniente de la lluvia y del riego artificial combinados) durante el año. Es necesario tener en cuenta que esta cantidad de agua se refiere a la demanda o consumo esencial de la planta. No se incluyen aquí las pérdidas, las mismas que consideraremos más adelante, al determinar los coeficientes de riego.

Según las prácticas agrícolas del Valle, desarrolladas de acuerdo a las condiciones climatológicas de la región, el período vegetativo de los diferentes cultivos se extiende prácticamente a lo largo de todo el año, con un pequeño aumento en los



CULTIVOS	MAIZ	CAÑA DE AZUCAR	ARROZ	HORTA-LIZAS	PASTOS	AURAN-CEACEOS	PLATANO	TIERRAS BALDIAS
%DEL AREA BRUTA	10	25	12	5	15	5	8	20

LA LINEA "A" = 1.65 m. EQUIVALE A LA PROFUNDIDAD ANUAL REQUERIDA PARA UNA HECTAREA MEDIA DEL AREA BRUTA SEGUN LA DISTRIBUCION INDICADA.

DIBUJADO POR: L.A.D. REVISADO POR: ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA AGUA UTILIZADA POR LOS CULTIVOS (CULTIVOS CONTINUOS DURANTE EL AÑO) OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO DIB. Nº V

MULTILITH

meses de mas calor, Junio, Julio y Agosto, y por consiguiente, con una mayor demanda de agua durante dichos meses. De acuerdo a estas condiciones, la Demanda Esencial promedio de 1.65 metros de profundidad de agua anual a que hemos hecho referencia anteriormente, puede distribuírse durante los 12 meses del año, en la forma que se muestra en el Dibujo Nº VI. La zona marcada en negro en dicho diagrama, indica la Demanda Esencial mensual. La zona blanca adjunta indica los porcentajes de la Demanda Esencial que pueden quedar satisfechos con las lluvias. La zona hachurada nos indica los porcentajes de la Demanda Esencial mensual que es necesario proveer por medio de riego artificial, para una hectárea media del área bruta.

La distribución mensual de precipitación que se ha empleado para preparar el gráfico del Dibujo Nº VI es la misma que se indica en el diagrama del Dibujo Nº I como "precipitación promedio mensual", según los datos de la estación de La Manuelita. Según el gráfico del Dibujo Nº VI, en teoría será necesario regar todo el año con excepción de los meses de Abril y Octubre.

3. Coeficientes de Riego por Hectárea Media del Area Bruta. Demanda Total de Riego para el Proyecto.

La zona hachurada del gráfico del Dibujo Nº VI es la que nos va a servir para determinar los coeficientes de riego en el presente estudio.

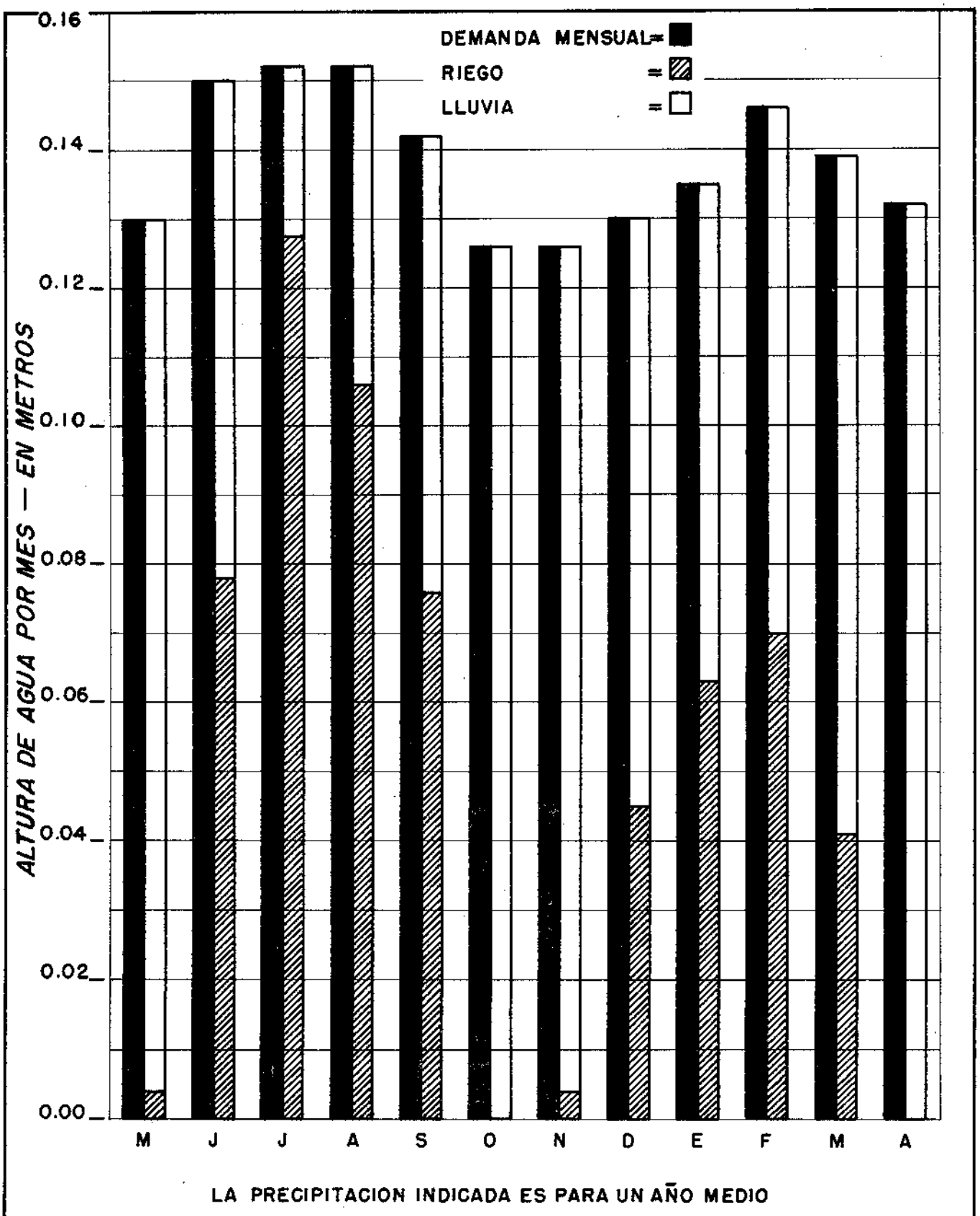
Son innumerables los factores que influyen en la determinación de los coeficientes de riego reales en una zona cultivada: calidad del suelo y subsuelo, topografía del terreno, fertilidad del suelo, temperatura, vientos, evaporación, clase de cultivos, métodos de riego, altura de la napa freática, condiciones del sistema de distribución y sus estructuras, preparación de las tierras, pericia de los regadores, valor del agua, formas de pago, sanciones, etc. Un sistema de distribución bien proyectado,

con sus estructuras de control bien construídas, es de primordial necesidad para mantener coeficientes de riego bajos. Se comprende que tal sistema de distribución debe operarse y mantenerse dentro de óptimas condiciones, pues de lo contrario no tendría objeto su cuidadosa construcción. Llamamos especialmente la atención sobre este punto, pues al ejecutarse una obra como el Proyecto de Irrigación del Río Timba ó cualquier otro proyecto de riego en el Valle del Cauca, será esencialmente importante mantener los coeficientes de riego tan bajos como sea posible, evitando excesos de pérdidas por infiltración y por escurrimiento superficial, para no crear los graves problemas de anegamiento en las zonas bajas, lo que demandaría la ejecución de costosas obras de drenaje. Tomando las previsiones del caso al proyectar y construír los sistemas finales de distribución, al redactar las instrucciones para los agricultores y regantes, al legislar sobre los derechos que debe pagar el agricultor por el agua que consume y al establecer las sanciones que deben imponerse a los regantes por el empleo excesivo de agua y por la negligencia en el uso de la misma, etc., será posible aminorar notablemente los problemas de anegamiento. Más adelante trataremos brevemente sobre los métodos de aplicación del agua a las tierras de cultivo, y su importancia en el control de las pérdidas por infiltración y escurrimiento superficial.

De la zona hachurada en el gráfico del Dibujo Nº VI vamos a sacar los valores mensuales de la Demanda Esencial de riego para una hectárea media del área bruta. Dichos valores están dados en milímetros de profundidad de agua por mes, y convertidos a litros por segundo obtenemos el siguiente resultado:

DEMANDA ESENCIAL EN MILIMETROS POR MES PARA UNA HECTAREA MEDIA DEL AREA BRUTA

May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
4	18	127	106	76	0	4	45	63	70	41	0



DIBUJADO POR: L.A.D. REVISADO POR: ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA AGUA UTILIZADA POR MESES PARA UNA HECTAREA MEDIA DEL AREA BRUTA OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO DIB. Nº VI

MULTILITH

DEMANDA ESENCIAL EN LITROS POR SEGUNDO POR MES, PARA UNA HECTAREA MEDIA DEL AREA BRUTA

May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
0.015	0.30	0.49	0.41	0.29	0.00	0.015	0.175	0.24	0.27	0.16	0.00

Para obtener los coeficientes de riego, habrá que agregar a los valores del cuadro anterior un exceso que cubra las pérdidas tanto de conducción de las aguas desde su fuente de orígen hasta las tierras por irrigarse, como las pérdidas por aplicación del agua a las tierras en cultivo. De acuerdo a las condiciones generales del Valle, podemos considerar los siguientes valores para las diferentes pérdidas:

A. Pérdidas en la aplicación del agua de riego a las tierras de cultivo:

1. Pérdidas por escurrimiento superficial del agua al ser aplicada a las tierras : 13% del agua que se aplica.
2. Pérdidas por percolación bajo las tierras regadas : 7% del agua que se aplica.

B. Pérdidas por conducción desde la fuente de orígen hasta las tierras:

1. Evaporación en el canal (muy pequeña)
2. Filtraciones del canal : 25%
3. Pérdidas por regulación en el canal : 5%

Total Pérdidas A : 20%
Total Pérdidas B : 30%

Según estos porcentajes y los valores obtenidos del cuadro anterior, tendremos que los coeficientes de riego, incluyendo la Demanda Esencial, las pérdidas durante el riego, y las pérdidas de conducción, serán los siguientes:

LITROS POR SEGUNDO PARA UNA HECTAREA MEDIA DEL AREA BRUTA, INCLUYENDO PERDIDAS

May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
0,027	0,54	0,87	0,73	0,52	0,00	0,027	0,31	0,43	0,48	0,29	0,0

Coeficiente más alto : 0,87 (para Julio)
Usaremos como coeficiente máximo : 0,85

Es necesario tener en cuenta que los valores finales de las pérdidas A y B indicadas anteriormente, son materia de un estudio más cuidadoso al prepararse el proyecto definitivo. Las pérdidas B, por ejemplo, no podrán conocerse exactamente sino después de excavar el terreno en diferentes lugares a lo largo del canal y conocer exactamente la clase de material por el cual correrá el canal en su ubicación final.

Creemos sin embargo que cualquiera que sea el valor final que se adopte para las pérdidas A y B, los porcentajes de 20% y 30% considerados para los efectos del presente anteproyecto, están dentro del márgen de seguridad. Por otra parte, como veremos más adelante, el proyecto deberá ejecutarse en dos etapas. La primera etapa comprenderá la construcción de las obras necesarias para derivar las aguas del río Timba, complementando la demanda total de agua de riego con las obras que se ejecutarán en la segunda etapa. Pero el caudal que se derive del Río Timba con las obras comprendidas en la primera etapa, será suficiente para desarrollar más del 50% del área que abarca el proyecto, desarrollo éste que calculamos tomará más o menos 10 años. Luego la segunda etapa, que como veremos más adelante consistirá en la instalación de una planta de bombeo en el Río Cauca y construcción del canal necesario para conducir las aguas de bombeo, se ejecutará 10 años después de la primera etapa o por lo menos despues de haber obtenido valiosas experiencias en el desarrollo inicial de la zona. Durante el desarrollo agrícola que se realice con las

obras de la primera etapa, se estudiará con más exactitud la demanda de riego para cada cultivo y para cada tipo de suelo de la zona, lo que permitirá determinar los coeficientes de riego reales de acuerdo a las experiencias en el terreno mismo. Estos valores serán los que sirvan de base en el diseño final de las características de la planta de bombeo, cuya capacidad será suficiente para complementar el caudal derivado del Río Timba, de acuerdo a la demanda efectiva de agua de regadío para la zona. Mientras tanto,, el coeficiente de riego que hemos determinado en las páginas anteriores, nos servirá de base en la preparación de los presupuestos para la obra en sus dos etapas, quedando del lado de la seguridad. Usaremos así, como un valor seguro, el coeficiente máximo de riego para el mes de Julio:

Coeficiente : 0.85 lts/seg. por hectárea.

Las demandas totales de riego en metros cúbicos por segundo, durante los 12 meses del año, para las 13,000 hectáreas que comprende el proyecto, serán las siguientes:

May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
0.35	7.00	11.00	9.50	6.75	0.00	0.35	4.03	5.60	6.25	3.78	0.00

Para los efectos de cálculo en el presente estudio, usaremos la distribución mensual de caudales en el Río Timba para el año más seco en 20 años, según aparece en el Dibujo Nº II. Pero como vía de ilustración haremos también una comparación entre los caudales mensuales en el Río Timba para el año más seco en cinco años y los caudales de riego que se requieren para el proyecto. Comparando así la demanda total de riego durante un año normal medio, cuyos valores mensuales en metros cúbicos por segundo aparecen en el cuadro anterior, con los caudales mensuales del Río Timba para el año más seco en cinco años y para el año más seco en 20 años, según los valores del diagrama del Dibujo Nº II, obtenemos los diagramas que aparecen en los Dibujos VII, VIII, IXy

X. De estos diagramas podemos deducir que en ambos casos el Río Timba puede cubrir las demandas mensuales totales de riego de las 13,000 hectáreas, con excepción de los meses de Julio, Agosto y Septiembre. Las deficiencias anuales totales de agua de regadío para estos dos casos, cuyas expresiones gráficas aparecen en los Dibujos VIII y X, son las siguientes:

Para el año más seco en 5 años : 20'000,000 de m^3
Para el año más seco en 20 años: 34'500,000 de m^3

El mes más seco del año con relación a las demandas de riego, es el mes de Agosto, como se puede apreciar en los diagramas de los Dibujos VII y IX, de los cuales podemos obtener los siguientes valores:

Deficiencia máxima mensual para el año más seco en cinco años : 3.50 metros cúbicos por segundo.

Deficiencia máxima mensual para el año más seco en 20 años : 5.50 metros cúbicos por segundo.

De los valores que hemos obtenido hasta ahora, se deduce lo siguiente:

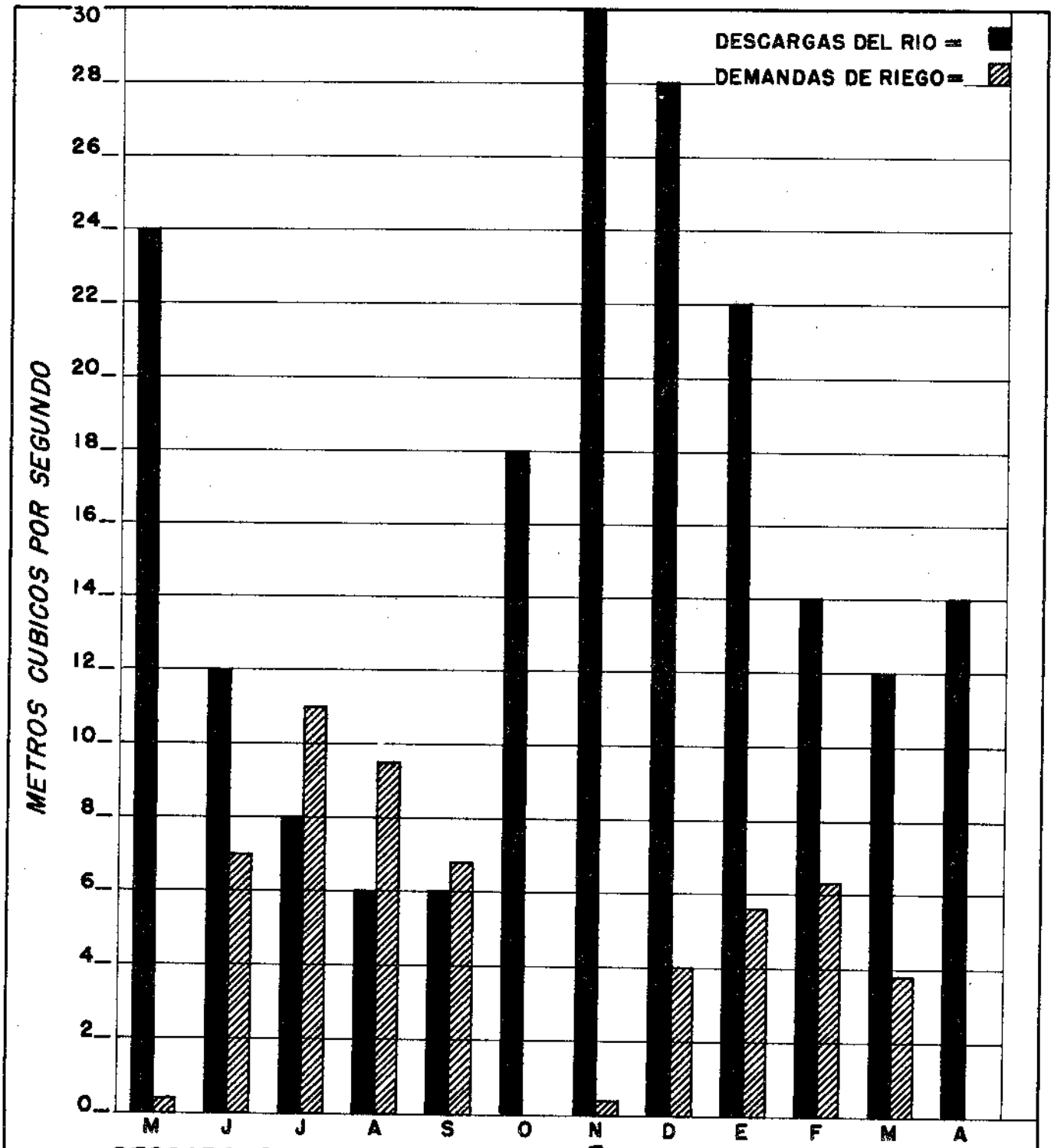
(a) Si se adoptara por construír una represa en el Río Timba con el objeto de suplir las deficiencias de caudal durante los meses de Julio, Agosto y Septiembre, el volúmen máximo de embalse, basado en el año más seco en 20 años, sería:

$$34'500,000 + 10\% = 37'950,000 \ m^3$$

(b) En el caso de adoptarse la solución que contempla una planta de bombeo en el Río Cauca, en vez de la que considera el embalse en el Río Timba, la capacidad máxima de la planta de bombeo deberá ser:

$$Q = 5.50 \text{ metros cúbicos por segundo}$$

El volúmen total de bombeo en el año más seco en 20 años sería de 34'500,000 metros cúbicos.

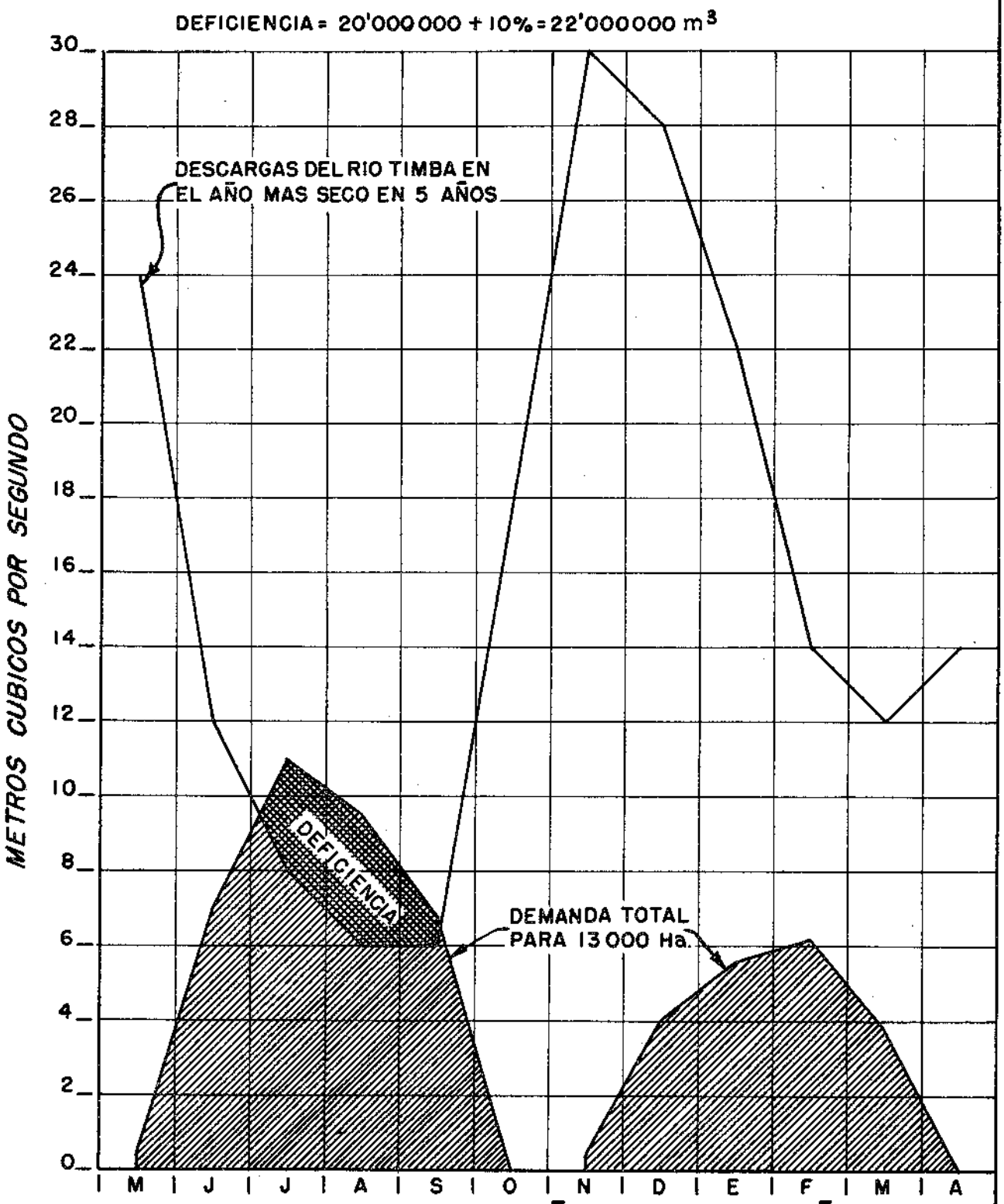


DESCARGAS DEL RIO TIMBA EN EL AÑO MAS SECO EN 5 AÑOS
Vs.
DEMANDA TOTAL DE RIEGO
(13 000 Ha.)

MAXIMA DEMANDA = 11 m³/SEG. (JULIO)
MAXIMA DEFICIENCIA = 3.5 m³/SEG. (AGOSTO)
DEFICIENCIA TOTAL PARA JUL., AGO. Y SEP. = 20'000 000 + 10% = 22'000 000 m³

DIBUJADO POR: L.A.D. REVISADO POR: ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO DIB. Nº VII

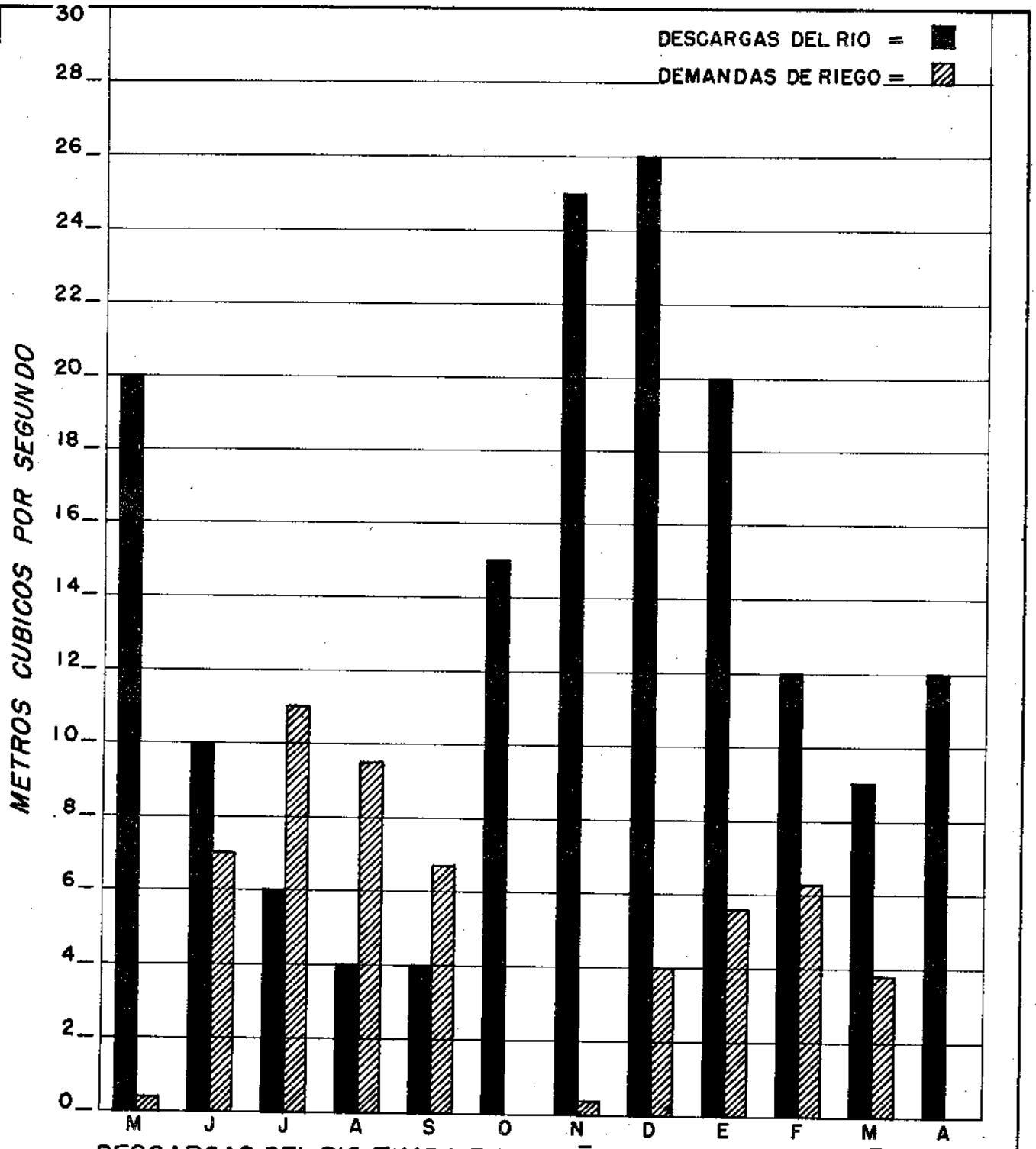
MULTILITH



DESCARGAS DEL RIO TIMBA EN EL AÑO MAS SECO EN 5 AÑOS
Vs.
DEMANDA TOTAL
(13000 Has.)

DIBUJADO POR: L.A.D. REVISADO POR: J.M. ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO DIB. Nº VIII

Multilith

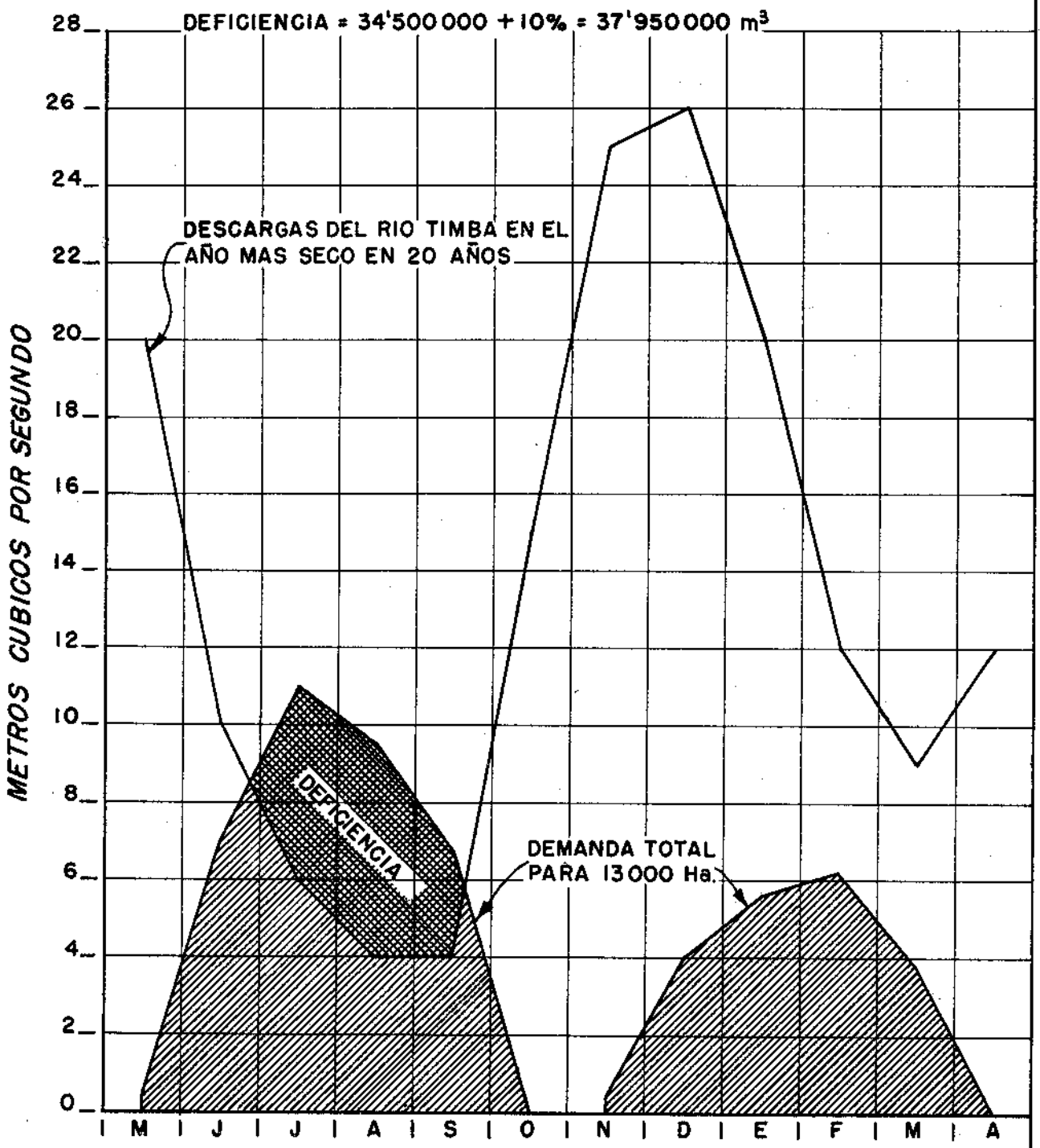


DESCARGAS DEL RIO TIMBA EN EL AÑO MAS SECO EN 20 AÑOS
Vs.
DEMANDAS TOTALES DE RIEGO
(13000 Ha.)

MAXIMA DEMANDA = 11 m³/SEG. (JULIO)
MAXIMA DEFICIENCIA = 5.5 m³/SEG. (AGOSTO)
DEFICIENCIA TOTAL PARA JUL., AGO. Y SEP. = 34'500000 + 10% = 37'950000 m³

DIBUJADO POR: L.A.D. REVISADO POR: ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO DIB. Nº IX

MULTILITH



DESCARGAS DEL RIO TIMBA EN EL AÑO MAS SECO EN 20 AÑOS
Vs.
DEMANDA TOTAL
(13000 Ha.)

DIBUJADO POR: L.A.D. REVISADO POR: ESCALAS INDICADAS FECHA FEBRERO 1949	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS	APROBADO DIB. Nº X

MULTILITH

El volúmen de embalse que se considera en el primer caso, incluye 10% de pérdidas, y para los efectos del embalse está dentro del margen de seguridad.

4. Riego con los Rios Tributarios
Claro, Jamundí y Pance

Ríos Claro y Jamundí:
Area Total de Riego : 1,200 hectáreas

Empleando los mismos coeficientes de riego calculados para el Río Timba, obtenemos las siguientes demandas mensuales, en metros cúbicos por segundo, para el área que deberá regarse con los Ríos Claro y Jamundí:

May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
0.032	0.65	1.05	0.88	0.62	0.00	0.032	0.37	0.52	0.58	0.35	0.00

Según podemos ver en los hidrogramas de los Dibujos III y IV, de los ríos Claro y Jamundí respectivamente, los caudales mensuales combinados de ambos ríos pueden cubrir ampliamente las demandas mensuales de riego indicadas en el cuadro anterior.

Río Pance:
Area Total de Riego: 1,900 hectáreas
Demandas mensuales totales de riego, en metros cúbicos por segundo, como sigue:

May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
0.05	1.03	1.65	1.39	0.99	0.00	0.05	0.59	0.82	0.91	0.55	0.00

Como se dijo anteriormente, no existen registros de las descargas diarias del Río Pance, pero según observaciones aisladas efectuadas en los últimos años, se puede afirmar que será po

sible regar más del 50% de las 1,900 hectáreas para un año corrido de cultivos.

La posibilidad de irrigar esta zona con el Río Pance, se incluye en el presente informe como vía de ilustración solamente, pues en realidad su área queda al norte de la zona del Proyecto de Timba. El futuro desarrollo de esta zona es materia de un estudio cuidadoso de las clases de terrenos que la componen, clasificación de cultivos apropiados para determinar con más exactitud sus coeficientes de riego, mayor número de aforos del Río Pance, etc. Así por ejemplo, los coeficientes de riego empleados en las páginas anteriores consideran un 30% de pérdidas de conducción, valor éste que no se justificaría en un estudio más detallado de la zona del Río Pance, pues la ubicación del Río con respecto al área por irrigarse permitiría derivar las aguas directamente del río a las tierras, eliminándose así un canal de derivación largo y, por consiguiente, parte del 30% de pérdidas por conducción.

5. Conclusiones y Recomendaciones

(a). El coeficiente de riego de 0.85 litros por hactárea y por segundo, que se ha determinado para el presente estudio, es amplio y seguramente superior a las necesidades reales del área por irrigarse. Al estudiarse el proyecto definitivo, será posible determinar con mayor exactitud las pérdidas que deben considerarse en el cálculo de los coeficientes de riego. Sin embargo, creemos conveniente considerar un coeficiente de riego alto, como el adoptado aquí, para estar así al márgen de cualquier eventualidad. Por lo demás, el hecho de construír las obras de toma en el Río Timba y el canal de derivación con capacidad algo superior a las necesidades reales del área de cultivo, tiene la ventaja de poder contar con un pequeño márgen de exceso, posible de utilizarse posteriormente en las tierras que quedan entre el camino a Puerto Tejada y la ciudad de Cali, en cuyo caso bastará

con prolongar el canal principal hacia el norte.

(b). El área total que puede irrigarse dentro de los linderos que limiten el presente estudio, es de 16,100 hectáreas, y equivale al 75% del área plana total.

(c). Del área total anterior, 13,000 hectáreas deberán regarse con aguas del Río Timba y las 3,100 hectáreas restantes, que quedarán encima del Canal Principal del Río Timba, deberán irrigarse con aguas de los ríos Claro, Jamundí y Pance.

(d). La distribución mensual de caudales en el Río Timba es suficiente para cubrir las demandas correspondientes de riego de las 13,000 hectáreas durante todo el año, con excepción de los meses de Julio, Agosto y Septiembre (véanse dibujos VII á X).

(e). El volúmen total de agua que el Río Timba no puede proporcionar durante los tres meses mencionados, asciende a 34.5 millones de metros cúbicos para el año más seco en 20 años. La máxima deficiencia de agua se producirá en el mes de Agosto, y equivale a 5.5 metroa cúbicos por segundo, para el año más seco en 20 años.

(f). La deficiencia de agua de regadío a que se hace mención en el punto anterior, habrá que suplirla por medio de un embalse en el Río Timba ó por medio de bombeo del Río Cauca.

(g). Los Ríos Claro y Jamundí cuentan con suficiente caudal de agua para cubrir las demandas de riego de las 1,200 hectáreas que les corresponden.

(h). Aparentemente, las descargas del Río Pance son insuficientes para irrigar 1,900 hectáreas. Sin embargo, el resultado final se tendrá solamente después de efectuar aforos cuidadosos de dicho río, durante un lapso de tiempo más o menos largo,

y de estudiar detalladamente las condiciones topográficas, calidad de suelos y variedad de cultivos del área por irrigarse, con el objeto de determinar los verdaderos coeficientes de riego.

(i). Es necesario continuar los aforos diarios de los ríos Timba, Claro y Jamundí durante varios años más, para formar así una base más sólida en que fundar futuros estudios.

(j). Es igualmente recomendable la continuación de observaciones pluviométricas en las estaciones de Jamundí y San Antonio.

(k). Para futuros estudios será de valor inestimable contar con datos referentes a la demanda ó Consumo Esencial de agua de regadío, de los diferentes cultivos que se siembran actualmente en el Valle. Convendría recomendar a la Estación Experimental de Palmira el estudio cuidadoso de este problema. Estos datos permitirán determinar con mayor exactitud los coeficientes de riego que deben emplearse en el Valle, y por consiguiente la mejor distribución y aplicación de aguas para los diferentes cultivos.

(l). Para promover el desarrollo agrícola de la zona de riego y para mejor proyectar el sistema de distribución de las aguas, será necesario hacer un levantamiento de la utilización actual de los terrenos, con base en el plano ya preparado, determinando aproximadamente las zonas cultivadas, las zonas regadas, los cultivos sin regadío, los potreros con pastos naturales y artificiales, niveles detallados relativos de las áreas cenagosas, de los drenes naturales y artificiales existentes y de las márgenes bajas de los diferentes ríos que cruzan la zona.

E. Suelos

1. Introducción [x]

"Un estudio especial merecen los suelos agrícolas del

plano del Valle, ya que el plano del Valle es la base del desenvolvimiento de una parte muy extensa y probablemente de la más importante del Occidente de Colombia. Ellos provienen casi todos del piso del Valle, formación pleistocena que es producto de la acumulación del detritus de las rocas que constituyen los terrenos adyacentes a las cordilleras y de los promontorios, aumentada regionalmente por cenizas volcánicas en el tiempo de la deposición del piso del Valle, y posteriormente. Las zonas feraces de esta clase de suelos se hallan a lo largo del talveg del Río Cauca y en el curso bajo de sus afluentes, donde aumentan por la decantación del lodo en el tiempo de sus crecientes. Los suelos provienen ahí del limo de los ríos, el cual parece ser especialmente fértil en la región de La Bolsa y Puerto Tejada, probablemente por efecto de la caliza en solución ó en suspenso que traen los ríos desde la región de Pitayó-Guengue.

Por este motivo el ambiente es sano, pero no se ha podido desintegrar el material del piso del Valle a formar una capa vegetal gruesa buena. La capa vegetal existente ofrece un suelo de regular calidad cuyo espesor es reducido, generalmente de unos 30 a 50 centímetros y que se distingue por un color pardo claro que reina en el plano del Valle. Este suelo, que es poroso,no se presta bien para los cultivos agrícolas, en contraposición a los suelos de limo que acompañan el Cauca, pero permite el desarrollo de pastos naturales y artificiales para los fines de la ganadería. Para aumentar la productividad de esta clase de suelos es necesario sobre todo el regadío cuyas fuentes principales son el caudal de los ríos y los embalses que se pueden hacer en el futuro. El rendimiento en general no será tan bueno como en la región de la hacienda de La Manuelita porque en ella la capa vegetal adquiere un grueso considerable, pero se debe tener presente que con la ayuda del riego las plantas de cultivo podrán profundizar

---

(X) Enrique Hubach y Pablo Schaufeberger: "Geología Agrícola del Valle del Cauca", "COLOMBIA" de Octubre 1944.

sus raíces a los estratos arenosos y cascajosos del subsuelo donde se encuentran sustancias nutritivas en cantidad regular, sobre todo cuando los estratos contienen una proporción apreciable de tobas, como sucede hacia la región de Cartago".

"En cuanto a los suelos poco productivos é improductivos que constituyen los bordes secos del plano del Valle, será difícil convertirlos en suelos agrícolas de buena calidad, sobre todo los gredosos pardos y rojos que provienen de las diabasas y de las rocas tonalíticas, y los arenosos y cascajosos que se hallan en las zonas correspondientes del piso del Cauca. Ellos podrían utilizarse para la replantación de bosques, siempre que se pudiera aplicar el regadío".

"Finalmente conviene llamar la atención hacia la presencia en el fondo del suelo vegetal de una capa delgada pero impermeable, compuesta de hidróxido de hierro, llamada ortstein. El ortstein ocurre en las cercanías de rocas ferruginosas, como las diabasas, y se ha observado por la salida del río Amaime de la Cordillera Central, pero también se presenta en la región neisica del lomaje de La Ceja, al sur del volcán de Puracé. Esta capa impermeable y dura es un impedimento para el crecimiento de las plantas que no pueden atravesarla. Se halla generalmente a más de un metro de profundidad y por este motivo resulta difícil removerla".

2. Descripción General de la Zona

Como se ha visto anteriormente, la zona estudiada queda sobra la márgen izquierda del Río Cauca y sus linderos son los indicados en la sección Topografía. El reconocimiento de suelos se concretó a aquellos terrenos cuya pendiente permite la aplicación de riego artificial sin necesidad de usar prácticas complicadas y costosas para evitar la erosión; por tal motivo se han descartado las áreas con pendientes mayores del 10%.

Los suelos del área más alta de la zona, cerca a la Cordillera Occidental, corresponden a antiguas terrazas; se encuentra por lo menos un abanico aluvial, proveniente de la cordillera vecina. Cerca de ésta, se encuentra un material cascajoso bastante grueso, en algunos casos en estado bastante avanzado de meteorización. Este material avanza con frecuencia bastante hacia el centro del Valle, donde se le puede observar a distintas profundidades, y en ciertos casos se encuentra tan superficial que dificulta ó impide las labores agrícolas.

En el centro del área, o sea en el Valle propiamente dicho, el material es de orígen aluvial, depositado por el Río Cauca y sus afluentes. Este material está constituído principalmente de arcillas y limos, aunque es posible encontrar horizontes arenosos y aún cascajosos. La sedimentación y estratificación de estos materiales se debe en gran parte a los caprichosos cambios de cauce de los ríos, principalmente del Cauca.

La vegetación nativa en estos terrenos ha desaparecido prácticamente, y nó existiendo un estudio sobre la materia, es imposible nombrar las especies o asociaciones vegetales que han contribuído a darle a los suelos las características que poseen. Sin embargo, existen pruebas que indican que hasta hace relativamente corto tiempo, todos estos terrenos estaban cubiertos de bosques. En la actualidad la mayor extensión está cultivada con pastos, entre los cuales predominan la grama común y el Pará. Existen algunos guaduales, especialmente sobre las márgenes de los ríos, los que han venido siendo destruídos con gran intensidad en los últimos años. A lo largo de los "caños" hay abundantes malezas acuáticas entre las cuales son muy comunes las llamadas "cortadera" y "yerba de sapo". En las partes más bajas y permanentemente húmedas, todavía persisten algunos bosques, ya muy diezmados, de pino "cimarrón", lo mismo que algunos "písamos" que son nativos. También se encuentran árboles y arbustos de muy diversas especies, entre los cuales merecen destacarse "guayabos", "cachimbos", "carboneros", etc., que se presentan en las partes secas.

3. Métodos de Reconocimiento Usados

El mapa de suelos que se presenta con este informe, dibujos 3, 4, 5 y 6, no encaja exactamente dentro del llamado "detallado" ni en el "general" (reconnaissance soil map). Podemos catalogarlo como "semidetallado".

Los límites entre los diferentes tipos y complejos mapificados, han sido buscados en el terreno por el método corriente de reconocimiento detallado[X], pero en algunas partes, debido a la escasa importancia del área, dichas líneas se trazaron guiándose por algunos cambios en la topografía, vegetación, etc., lo que no siempre corresponde exactamente a cambios en las series y tipos de suelos.

El objeto principal de este reconocimiento es determinar la adaptabilidad de los suelos a diferentes cultivos, y teniendo esto en cuenta, se ha usado frecuentemente el complejo como unidad de mapificación, juntando dos ó más tipos de suelos que tienen características morfológicas y de adaptabilidad semejantes.

Para predecir la adaptabilidad de los suelos a los diferentes cultivos, se han tenido en cuenta las observaciones sobre el comportamiento de dichos cultivos en los varios suelos donde se les siembra actualmente.

No habiendo sido publicado ningún estudio oficial sobre reconocimiento de suelos en el Valle del Cauca, y no contando por lo tanto con un precedente sobre las series de suelos existentes en la zona, se procedió a darles nombres tomados de las haciendas ó regiones donde fueron encontrados por primera vez. Es posible que algunas de las series que han recibido diferentes nombres, debieran ser agrupadas dentro de una misma serie; pero para estar

---

(X) "Soil Survey Manual" por Charles E. Kellog - U. S. Department of Agriculture - Miscellaneous Publication Nº 274.

cierto de ello, se requeriría un estudio más detallado, el cual no se justifica para un anteproyecto.

De acuerdo a instrucciones dadas por el señor W. M. Johnson, se practicó una exploración preliminar y general de la zona de estudio, para determinar los tipos de suelos existentes, describirlos y proceder a su mapificación. Teniendo como base los posibles cambios en los suelos, debido a las variaciones en la topografía y condiciones de drenaje, se abrieron hoyos para estudiar todos los posibles tipos de suelos existentes y describir los perfiles. Más adelante presentaremos dichas descripciones. Los suelos de la zona son esencialmente variables y sus características no están bien relacionadas con las condiciones externas del terreno, razón por la cual, a medida que se ha progresado en la mapificación, se han encontrado suelos nuevos, que ha habido que describir como tipos diferentes.

Como plano básico, se ha usado el plano general a la escala 1 : 20,000, donde se indican algunos accidentes como "caños", quebradas, ríos, cercas, caminos, etc. Como puntos de referencia principales se tomaron los puntos de nivelación repartidos sobre el área. Se usaron también algunas fotografías aéreas.

4. Clases de Tierras

Las tierras del área que abarca el proyecto, según los tipos y complejos que aparecen en el Apéndice B, se han clasificado de acuerdo al "Indice Storie" de valoración. La clasificación así efectuada se agrupó en tres clases diferentes de tierras: buenas, medianas y pobres, y se mapificó en el "Plano General de Suelos", Dibujo Nº 3. En el apéndice correspondiente se explican los factores que intervienen en el "Indice Storie" para la evaluación de los suelos y se presenta un cuadro en que se indican las diferentes series de éstos que corresponden a cada una de las clases de tierras.

Según la clasificación anterior, resulta que en la zona del proyecto predominan las "tierras medianas", que ocupan un 70% del área, siguiéndole las "tierras buenas" con un 30% del área bruta irrigable. Las "tierras pobres" ocupan la menor parte del área y están excluídas del 75% de la extensión considerada como "área bruta" para la irrigación.

La puntuación baja de algunas áreas de la zona, se debe especialmente a los factores textura, drenaje, fertilidad y acidez. Sin embargo, la mayor parte de estos factores son modificables, por medio de las obras de drenaje é irrigación y por la aplicación de los métodos modernos en la cultura de las tierras agrícolas.

5. Mejoramiento de los Suelos

La ejecución de obras de irrigación y drenaje traerá como consecuencia un mejoramiento de los factores modificables: fertilidad, drenaje, acidez, etc., y por consiguiente un aumento en la puntuación ó valoración de las tierras. Con ésto se conseguirá que parte de las tierras que actualmente tienen índices con apreciación de "buenas" se conviertan a "excelentes" y algunas de las "medianas" pasen a "buenas". La clasificación de tierras que se presenta con este informe, representa el índice y potencialidad de los suelos tal como se encuentran en el presente. No es fácil predecir el índice de mejoramiento futuro, pues ello depende del planeamiento y construcción de las obras de irrigación y de drenaje, así como de la operación del sistema de riego, de la adecuada distribución de las aguas y del manejo de los diferentes suelos. Obras bien planeadas y mejor construídas, operación eficiente del sistema y buen control de la distribución y aplicación de las aguas de regadío, conjuntamente con el manejo adecuado de los suelos por parte del agricultor, resultará en optimos rendimientos de las tierras y aumento en sus respectivos índices de valoración.

6. Adaptación de los Suelos del Proyecto.

Debido a la formación física de los suelos de la zona que comprende el proyecto, puede decirse que se trata de una zona especialmente arrocera, siguiéndole en importancia la caña de azúcar, los pastos, el cacao y el plátano. Algunas áreas pueden dedicarse a otros cultivos, con el empleo de fertilizantes y drenaje eficiente. Con las obras de irrigación y drenaje que se ejecuten y con el empleo de fertilizantes apropiados en algunos suelos, es posible, en un futuro no muy lejano, hacer de esta zona una región agrícola y ganadera muy rica. Sus suelos son de difícil manejo, debido a sus texturas pesadas, pero de muy buena potencialidad. En el Apéndice B se presenta un cuadro en el cual se indica la adaptación de los diferentes tipos de suelos, según su mejor uso para cultivos.

7. Conclusiones

(a). La actual explotación de las tierras y los rendimientos y utilidades obtenidos no corresponden al costo y calidad de las mismas. Ello se debe, en parte, a la falta de obras de drenaje adecuadas y principalmente de irrigación de las magníficas tierras agrícolas, y en parte a la desidia ó ignorancia en materia de agricultura por parte de los propietarios o cultivadores. Es de esperar que las obras que se ejecuten en este sentido mejorarán notablemente la valoración de la mayor parte de los suelos permitiendo un incremento efectivo en los rendimientos y utilidades.

(b). La clasificación efectuada usando el "Indice Storie" de valoración indica que las tierras medianas ocupan el 70% del "área bruta" y las tierras buenas el 30%. El pequeño porcentaje de tierras pobres está incluído en el 25% del área plana no considerada en el "área bruta". Todos los suelos de la zona son

aptos para cultivos de arroz y pastos, siguiéndole en importancia la caña de azúcar, el plátano y el cacao.

(c). Las nuevas obras de drenaje é irrigación que se ejecuten, permitirán adaptar las tierras a cultivos diversos, ya que la formación y constitución física de los suelos se presta al desarrollo de la mayor parte de los cultivos predominantes en la región. Las buenas prácticas de riego y de manejo de suelos, usando los cultivos apropiados, resultarán en rendimientos y beneficios óptimos.

(d). Con el fín de derivar dichos beneficios, fomentando el desarrollo agrícola y pecuario de la zona, el nuevo sistema de irrigación que se construya deberá procurar la mejor y más económica utilización de las fuentes de agua existentes, bajo un estricto control en la distribución y suministro de agua a los diferentes regantes. Debe restringirse el empleo excesivo de agua en la aplicación de riego, imponiendo tarifas adecuadas y estableciendo un régimen efectivo de sanciones. Debe obligarse a los regantes a disponer adecuadamente de las aguas sobrantes de riego, haciendo uso de los dispositivos de avenamiento.

(e). Es de primordial importancia ilustrar a los agricultores sobre las prácticas de cultivo y manejo de suelos que deben seguir, para evitar el deterioro de los suelos.

F. Aguas Freáticas - Drenaje

Al tiempo que se efectuó el estudio de suelos en la zona que abarca el proyecto, se perforaron pozos en diferentes lugares, cuyas ubicaciones aproximadas aparecen en los dibujos 4, 5 y 6. La profundidad de los pozos, como puede observarse en la relación que se incluye en el Apéndice C, varía entre 1 m y 6.30 metros. Las perforaciones se efectuaron con un barreno de diez centímetros de diámetro, accionado a mano. Se hicieron observaciones periódicas de las variaciones de los niveles freáticos en los

diferentes pozos, al final de las estaciones de verano é invierno. En la relación en referencia se indican las fechas de observación de los niveles y las variaciones de los mismos. A continuación hacemos un análisis de las causas que posiblemente originaron las variaciones en los niveles freáticos y los efectos que dichas variaciones pueden tener en las áreas bajo cultivo.

1. Causas que Originan las Variaciones de los Niveles Freáticos y sus Efectos en las Areas bajo Cultivo.

En la relación de los pozos del Apéndice C, podemos ver que los niveles de agua en algunos de ellos se observaron por primera vez a fines de Febrero ó principios de Marzo, y en otros, a fines de Abril ó principios de Mayo y Junio. En general, los niveles de la napa freática en los diferentes pozos suben del mes de Febrero al de Mayo, acusando un descenso pronunciado a partir de la segunda quincena de Junio, para presentarse secos en el mes de Septiembre. Algunos de los pozos observados por primera vez a fines de Abril ó principios de Mayo, acusan un ascenso en el nivel durante el mes de Julio; pero este aumento es en realidad aparente ya que a fines de Mayo o durante Junio no se hizo ninguna observación de nivel en dichos pozos, de manera que los niveles observados en Abril o principios de Mayo los comparamos solamente con aquellos observados en Julio. En realidad, durante los meses de Mayo y Junio, el nivel en dichos pozos seguramente ha estado a mayor altura, al igual que en los demás pozos, y de haberse hecho observaciones en esos meses y compararlos con los niveles observados en Julio, habría resultado un descenso y no un aumento, como es el caso al comparar los niveles iniciales con los del mes de Julio. En el mes de Julio, los niveles en general están a fines del período de descenso.

Si comparamos las variaciones observadas en el nivel freático con las observaciones de precipitación pluvial mensual

en la estación de Jamundí, cuyos valores aparecen en la sección sobre Hidrología, podremos observar que existe una correlación entre el aumento de las lluvias en la zona y el ascenso en el nivel freático. En realidad, en los meses de Enero y Febrero la lluvia alcanza a sólo 22 milímetros y 82 milímetros respectivamente; en Marzo, Abril y Mayo, las lluvias llegan a 169, 236 y 301 milímetros respectivamente (en general, los niveles freáticos más altos se han observado en Mayo); en Junio y Julio las lluvias alcanzan a sólo 52 y 48 milímetros respectivamente. La causa principal de las variaciones del nivel freático es, pues, la precipitación pluvial. Dicha precipitación pluvial eleva en general el nivel freático en toda la zona,pero especialmente en las partes bajas, debido también a que éstas reciben el escurrimiento superficial é interno de las tierras altas, llegando, en algunos casos, a formarse verdaderas ciénagas. Como podemos observar en algunos de los pozos, ubicados en las partes bajas, en las cercanías del Río Cauca, los niveles freáticos en el mes de Mayo, han llegado hasta a cinco centímetros de la superficie del terreno. En general, estas áreas constituyen tierras de la mejor calidad para la agricultura, pero los niveles freáticos tan elevados hacen imposible su utilización para el sembrío,pués aún los cultivos de raíces cortas como el maíz, el fríjol, etc., se verían afectados durante las estaciones de lluvias.

Además de las lluvias existen otras causas que contribuyen a agravar el problema de anegamiento de las áreas bajas: las inundaciones durante las épocas de avenida, y la inadecuada evacuación de las aguas de riego sobrantes en partes altas. Los efectos producidos por las diferentes causas a que hemos hecho mención, pueden controlarse por medio de obras de drenaje y por la construcción de defensas o jarillones en los tramos de río cuyas orillas ó márgenes son muy bajas, produciendo las inundaciones en las épocas de avenidas.

2. Drenaje

Se entiende por drenaje, en el sentido más amplio del vocablo, el hecho de remover de una área determinada cualquier exceso de agua. Esto se refiere principalmente a las siguientes clases de tierras:

I. Terrenos que absorben cantidades excesivas de agua y tienen subsuelos poco permeables. Para esta clase de tierras, se emplean generalmente drenes subterráneos.

II. Terrenos que reciben excesiva agua superficial y que tienen un drenaje externo superficial inadecuado. Son tierras generalmente planas, con suelos relativamente impermeables como arcillas o arcillo-limosos. En estos casos, el exceso de agua se debe generalmente a las lluvias. Los drenes para estos tipos de tierras son casi siempre zanjas abiertas y poco profundas.

III. Tierras sujetas a inundaciones de los ríos ó excesos de agua de las áreas altas adyacentes. Estas se encuentran generalmente en las zonas bajas de los ríos, algunas veces a niveles inferiores de los niveles de las márgenes de los mismos. La protección de estas áreas contra las inundaciones de los ríos, se hace por medio de diques o jarillones construídos a lo largo de las orillas de los ríos, y por medio de drenes superficiales a lo largo del pié de las lomas o zonas altas, de manera que capten y eliminen las aguas que se escurren hacia las zonas bajas.

IV. Tierras anegadas por efectos de la irrigación. Esto se debe a un ascenso del nivel freático, como consecuencia del uso excesivo de agua de riego en las operaciones agrícolas de las áreas más altas, hasta un punto tan cerca de la superficie del terreno, que puede dañar el normal desarrollo de las plantas. Estas áreas pueden requerir un sistema completo de drenes profundos, sean abiertos o tapados.

V. Otros tipos de tierras que requieren obras especiales de protección y drenaje, se encuentran cerca de las desembocadu-

ras de los ríos, tierras que forman fondos de lagunas ó ciénagas, tierras en media ladera sujetas a los efectos de erosión por la excesiva velocidad del agua, tierras improductivas por contener exceso de sales alcalinas, etc.

La remoción de los excesos de agua de todos estos tipos de tierras envuelve operaciones similares, por medio de drenes superficiales o profundos. Ello dá orígen a las dos formas típicas de drenaje: drenaje superficial y drenaje subterráneo. En el primer tipo, se emplean tánto drenes naturales como artificiales.

Los elementos esenciales en el crecimiento de las plantas son: calor, aire, luz, agua y nutrientes. El agua que contiene el suelo actúa como disolvente de los elementos que alimentan a la planta, constituyendo ella misma un nutriente necesario. El suelo debe contener suficiente cantidad de agua para abastecer las raíces de la planta, pero no debe llenar completamente los poros del suelo, ya que las raíces de la mayoría de las plantas no funcionan adecuadamente en suelos saturados. El drenaje apropiado, sea natural o artificial, evitará la saturación del suelo y lo mantendrá en lo que se denomina apropiada "máxima capacidad retentiva in situ".

Las áreas anegadizas que mantienen estancada el agua superficial o el nivel freático muy cerca de la superficie durante la mayor parte del año, ejercen notable influencia en la salud pública de las poblaciones vecinas, en la salud de los animales como el ganado vacuno, ganado lanar, caballar,etc., en la vida de las plantas y en la calidad de los suelos. Como resultado de ésto se tienen poblaciones débiles física y mentalmente, cosechas pobres y de calidad inferior, ganado escuálido, rendimientos mínimos de leche y de mala calidad, deterioro de los suelos, etc. Constituye pués, un obstáculo permanente al progreso de una región. El planeamiento inteligente de las obras necesarias para remover los excesos de aguas perjudiciales, puede constituír el principio de una era de mucho progreso en las zonas que demandan

su ejecución. La zona que abarca el Proyecto de Irrigación del Río Timba, contiene extensiones importantes de tierras que requieren urgentes obras de drenaje, como veremos a continuación.

3. Zonas más Afectadas por las Aguas Freáticas y las Inundaciones

Como se ha visto en las páginas anteriores, las zonas más afectadas por las aguas freáticas y las inundaciones, están formadas por las áreas bajas, casi planas, que se encuentran generalmente a orillas de los ríos, especialmente del Río Cauca. Los Dibujos 4, 5 y 6 muestran, aproximadamente, la extensión y ubicación de algunas de dichas áreas, que se indican como ciénagas o áreas pantanosas. Como puede apreciarse en los planos, dichas áreas forman un porcentaje importante del área agrícola de la zona, y en muchos casos están constituídas por suelos de la mejor calidad para cultivos diversos. La incorporación de estas áreas a las labores agrícolas, para su utilización con riego artificial, puede efectuarse económicamente por medio de obras de drenaje y protección.

4. Necesidades de Drenaje en las Zonas Bajas del Area Irrigable

La necesidad de planear y ejecutar las obras requeridas para drenar y proteger las áreas expuestas a anegamiento por las diferentes causas indicadas anteriormente, es indiscutible. Pero al mismo tiempo es conveniente tener en cuenta que las nuevas obras de irrigación podrían agravar los problemas de anegamiento actuales y posiblemente crear otros nuevos, si es que no se toman las medidas necesarias para evitarlo, de acuerdo a las recomendaciones que se hacen en diferentes capítulos de este informe. Es imposible anticipar un plan completo y eficaz de drenaje mientras el sistema de irrigación no haya funcionado por varios años.

Solamente después de haber sembrado y regado durante dos o tres años la zona del proyecto, será posible completar un plan eficiente de drenaje y protección, cuyo funcionamiento conjunto con el sistema de irrigación, puede rendir óptimos resultados. Esto no quiere decir que sea necesario posponer totalmente la ejecución de obras de drenaje. En la etapa inicial y simultáneamente con las obras de irrigación, será indispensable ejecutar una limpieza, ensanche y rectificación de los caños y quebradas existentes, proporcionándoles una salida adecuada al Río Cauca, complementando estos trabajos con algunos drenes artificiales y con la construcción de jarillones en algunas secciones de los ríos, como veremos más adelante.

5. Obras de Drenaje y Protección que Deberán Ejecutarse.

A fín de que el sistema de riego que se implante con la derivación de las aguas del Río Timba, produzca los efectos económicos y sociales que se desea, será necesario ejecutar las siguientes obras de drenaje dentro del área comprendida por el proyecto, conjuntamente con las obras de irrigación:

I. Drenaje Superficial.- Si observamos el plano del Dibujo Nº 2, vemos que los canales laterales, que componen parte del sistema de distribución, corren a lo largo de las partes más elevadas ó lomos, en sentido general de Oeste a Este. La mayor parte de laterales desaguan al Río Cauca, y algunos a los otros ríos que cruzan la zona. La buena construcción y protección por medio de banquetas altas y bien apisonadas, de los canales laterales, evitará que sus aguas sobrantes produzcan anegamientos. Por otra parte, si observamos los canales sublaterales trazados en los dibujos 14 y 15, veremos que al unir sus extremos inferiores se obtendrían las líneas más bajas del terreno, con pendientes Oeste-Este, y más o menos paralelas a los canales laterales.

Estas líneas constituirán los cursos forzosos para desaguar los sobrantes de los canales sublaterales y distributarios, así como las aguas superficiales que se escurran por efectos del riego ó de las lluvias. En algunos casos, se podrán usar los caños ó quebradas naturales que cruzan la zona, para captar las aguas sobrantes y conducirlas a la parte baja, y en otros casos será necesario construír nuevos drenes superficiales, complementando así el sistema. Todas estas aguas deberán captarse en los extremos inferiores de las quebradas ó drenes, por medio de un dren general, que deberá correr de Sur a Norte y más o menos paralelamente al Río Cauca, para conducir las aguas hasta un punto fuera de la zona de riego, hacia el norte del puente "El Hormiguero", donde deberán ser bombeadas al Río Cauca.

Luego el drenaje superficial consiste de lo siguiente: a) limpieza, ensanche, profundización y rectificación de los drenes y caños existentes, y que puedan servir para evacuar las aguas superficiales del área; b) construcción de los drenes superficiales que se requieran para complementar el sistema formado por los caños y quebradas existentes, a fín de que todas las aguas excedentes del sistema de distribución sean evacuadas; c) construcción de un dren general, paralelo al Río Cauca, que reciba todas las aguas de las quebradas y drenes secundarios y las conduzca hasta un punto al norte del puente "El Hormiguero"; d) instalación de una planta de bombeo, en el extremo inferior del dren general, con capacidad suficiente para bombear las aguas drenadas, al Río Cauca. Es probable que el bombeo se haga necesario solamente en la época de avenidas, cuando el nivel en el Río Cauca impida que las aguas drenadas entren a su cauce por gravedad.

Como puede observarse en los planos, los Ríos Guachinte, Claro y Jamundí servirán para evacuar la mayor parte de las aguas superficiales y conducirlas hasta la parte más baja, cerca al Río Cauca.

II. <u>Drenaje de las áreas pantanosas</u>.- Como se ha visto

anteriormente, importantes áreas agrícolas, cerca al Río Cauca, acumulan las aguas superficiales, especialmente en las épocas de lluvias, imposibilitando su utilización para la agricultura. Estas áreas mantienen un nivel freático demasiado elevado, la mayor parte del año. La remoción de las aguas en este caso, se hace por medio de drenes profundos, de manera de evacuar las aguas superficiales al mismo tiempo que bajar el nivel freático por lo menos 30 centímetros debajo de la superficie del terreno. Este tipo de drenaje es necesario, especialmente, para el área baja comprendida entre los ríos Claro y Jamundí. Habrá que limpiar y ensanchar el Caño de Tortugas y construír nuevos drenes que abarquen toda el área anegadiza, sacando las aguas hasta el dren general a que nos hemos referido más arriba. Como en este caso se trata de drenes profundos, habrá que colectar las aguas a un solo dren, probablemente en el Caño de Tortugas, para de allí bombearlas al dren general.

III. Construcción de jarillones o defensas.- En ciertos sectores del Río Cauca y de las partes bajas de los ríos Guachinte, Claro y Jamundí, será necesario construír terraplenes de defensa para impedir que durante las crecientes se produzca la inundación de los terrenos adyacentes. Como puede observarse en el Dibujo Nº 2, a lo largo del río Claro y a ambos lados, se construirán los canales laterales III y IV, cuyas banquetas podrán servir para encauzar el Río Claro. Para ello, bastará ampliar las banquetas de los laterales y reforzarlas con un buen apisonado, en aquellas secciones bajas del Río Claro, donde exista peligro de inundación. En los Ríos Cauca, Guachinte y Jamundí, habrá que definir, por medio de un levantamiento detallado y con niveles de precisión, aquellos sectores en que las aguas rebalsan durante las crecientes, para construír allí las defensas que sean necesarias. Al mismo tiempo será menester limpiar y definir mejor el cauce de estos ríos en sus extremos inferiores, para proporcionar una salida adecuada de sus aguas hacia el río Cauca, pues en la

actualidad, la mayor parte de las aguas de estos ríos se quedan en las áreas bajas, sin alcanzar el curso del Río Cauca, produciendo el anegamiento de importantes extensiones de tierras.

Con el objeto de planear y ejecutar eficientemente todas las obras de drenaje y defensa a que nos hemos referido anteriormente, será necesario efectuar un levantamiento topográfico detallado de las áreas bajas, completándolo con una red de nivelación precisa, con niveles cada 30 ó 40 centímetros, trabajo éste que deberá prepararse simultáneamente con el proyecto definitivo de irrigación.

6. Conclusiones y Recomendaciones

(a). Importantes extensiones dentro de la zona que abarca el Proyecto de Irrigación del Timba, están convertidas en ciénagas, debido a las inundaciones de los ríos, especialmente del Cauca, que se desbordan por diferentes sectores durante las crecientes, y por la falta de drenes adecuados que evacúen las aguas lluvias. El subsuelo en general es muy poco permeable, lo que impide el escurrimiento vertical de las aguas lluvias, las mismas que se acumulan en las áreas más bajas, elevando considerablemente el nivel freático de ellas.

(b). La mayor parte de las áreas bajas, sujetas a anegamientos, están formadas por suelos de la mejor calidad para cultivos diversos.

(c). Las áreas pantanosas ejercen un marcado efecto dañino en la salud de las poblaciones vecinas así como en el ganado, la vegetación y sus derivados, etc., con las consiguientes consecuencias sociales y económicas.

(d). La agricultura y la ganadería de la región y el progreso material de la misma, se favorecería mucho con la incorporación de dichas áreas a las labores agrícolas, por medio de o-

bras apropiadas de drenaje y protección contra inundaciones.

(e). Conjuntamente con las obras de irrigación, será necesario ejecutar obras de drenaje y protección, que permitan desecar las ciénagas actuales y proteger las áreas bajas de la zona contra las inundaciones y las aguas de lluvias. Los drenes y caños que se dispongan para evacuar las aguas lluvias, servirán al mismo tiempo para captar las aguas excedentes del sistema de irrigación y removerlas de las áreas agrícolas.

(f). El plan inicial de drenaje y protección, consistirá en limpiar, profundizar, ensanchar y rectificar los drenes y caños existentes en la actualidad, prolongándolos hasta una salida adecuada y complementándolos con la construcción de nuevos drenes, de manera de tener un sistema eficiente de evacuación de aguas. Será necesaria igualmente, la construcción de algunos drenes profundos, dentro de las áreas pantanosas, para desecarlas y bajar sus niveles freáticos, y la construcción de jarillones ó diques en ciertos sectores del Río Cauca, el Río Guachinte y el Río Jamundí, para evitar la inundación de las áreas ribereñas.

(g). Un sistema de drenaje como el que se propone aquí, servirá solamente en la etapa inicial del desarrollo agrícola de la región. Posteriormente, cuando el sistema de irrigación haya funcionado cuatro ó cinco años, habrá que complementar el sistema de drenaje inicial, por medio de obras adicionales, que se diseñarán y construirán de acuerdo a los datos reunidos durante dicho período de tiempo. Para el efecto, será necesario hacer observaciones periódicas de las variaciones de los niveles freáticos, desde el momento en que entre a funcionar el sistema de irrigación, y continuar con las observaciones de precipitación pluvial en las estaciones de Jamundí y San Antonio por varios años más.

(h). A fín de poder preparar el plan inicial de drenaje y protección, al tiempo que se haga el proyecto definitivo de i-

rrigación, deberá efectuarse un levantamiento topográfico deta - llado de las áreas bajas de la zona, de las quebradas, ríos y ca ños, completándolo con una red de nivelación precisa.

C A P I T U L O III

CARACTERISTICAS CULTURALES

A. Población.

Según el Nº 10 de la revista "Colombia" del mes de Octubre de 1944, "el rápido crecimiento de la población del Valle del Cauca llama especialmente la atención de quienes se interesan por el estudio de las cifras que arrojó nuestro último censo. En realidad, el aumento del capital humano fué extraordinario en este departamento durante el lapso de 1918-1938, hasta el grado de que no admite comparación, en cifras relativas, con el que corresponde a cualquiera de los otros departamentos de la República". Este fenómeno se debe a las condiciones geográficas y naturales del Valle del Cauca, que pueden ofrecer un camino de progreso y porvenir a aquellos que ambicionen su independencia económica. En la misma publicación se dá la cifra de 784,407 habitantes para la población total del Valle del Cauca, calculada para 1944. El Municipio de Jamundí, cuya capital Jamundí es el centro del área que abarca el proyecto en estudio, aparece con una población de 13,226 habitantes, calculada para 1944. El censo de 1938 arrojó 10,191 habitantes con 1,718 habitantes para la población urbana, y 8,473 habitantes para la población rural. Estas cifras aseguran un capital humano valioso para la zona por irrigarse.

Para la administración municipal, Jamundí se encuentra dividido en cuatro corregimientos denominados Timba, Robles, Guachinte y San Antonio. Tiene además los caseríos de Faltrigueras, Vélez, Peña Negra, Confites, La Liberia, La Bolsa, Aninamayó, Río Claro, San Miguel, La Ventura, Sanchez, San Isidro, Bocas del Palo y Chontaduro.

B. Industrias.

No existe industria de importancia en el Municipio de Jamundí. Cuenta actualmento con solo industrias caseras, además del Molino de Arroz del Asombro, situado en el crucero de la carretera a Puerto Tejada. Ello se debe a la falta de energía eléctrica barata y a la incertidumbre en cuanto a sus cosechas y productos ganaderos. Las nuevas obras de irrigación y la provisión de energía eléctrica barata en la zona, permitirá desarrollar, en un principio, industrias de transformación de los productos agrícolas tales como la de azúcar, leche, textiles, cueros, grasas, chocolates, etc.

C. Vías de Comunicación.

La zona que abarca el proyecto está cruzada de Norte a Sur por la línea férrea del Pacífico que de Cali se prolonga hasta Popayán; y por la carretera del Sur que, desde la Capital del Valle del Cauca vá hasta el corregimiento de Robles. Jamundí dista de Cali 22 kilómetros por la vía del ferrocarril del Pacífico, y 25 kilómetros por la carretera.

De la carretera del Sur se desprende un ramal, cerca de Jamundí, que vá al sitio denominado Paso de La Bolsa, sobre el Río Cauca. A unos siete kilómetros al norte de Jamundí, se desprende otro ramal que vá a Puerto Tejada y a Popayán, y que constituye el límite norte de la zona de riego. Existen también caminos de penetración que permiten el intercambio con diferentes caseríos y regiones apartadas de la cordillera. Además, una rama del ferrocarril del Pacífico que sale de la estación de Timba, vá a Santander de Quilichao. Todas estas vías de comunicación garantizan, pues, un servicio eficiente para el caso de intensificarse el tráfico como consecuencia del desarrollo agrícola de la zona por irrigarse, facilitando el intercambio con los centros de consumo y comerciales.

D. Energía.

Electricidad.- El Municipio de Jamundí cuenta con una pequeña planta hidroeléctrica, que emplea las aguas del Río Jamundí. Está ubicada al pié de la carretera que conduce a las minas de San Antonio, a unos 200 metros antes del puente sobre el Río Jamundí. Esta planta fué construída en el año 1937, es propiedad del municipio de Jamundí y suministra energía eléctrica a la población. Consta de una unidad de 106 KW, utilizando una caída de 20 metros y un caudal de 0.67 m^3/seg. Según puede deducirse de las características de la instalación, apenas si puede suministrar la energía necesaria para la iluminación pública y doméstica. No existen pués, recursos de energía eléctrica capaces de fomentar la industria de transformación.

Carbón Mineral.- Toda la Cordillera Occidental que limita la parte plana del Municipio de Jamundí, es muy rica en carbón mineral de excelente calidad. Esta riqueza puede constituír uno de los más sólidos pilares en el desarrollo económico de la región, sea como una industria extractiva, sea como la base para la producción de energía barata y para el desarrollo de la industria de transporte.

CAPITULO IV

AGROLOGIA

A. Uso Actual de las Tierras

La mayor extensión de terrenos, en la zona irrigable, pertenece a grandes haciendas dedicadas principalmente a la cría, levante y engorde de ganado vacuno. La ganadería en la región es extensiva y empírica. Los terrenos están divididos en grandes potreros cubiertos de grama común, pasto Pará, Micay ó Puntero. Los pastos constituyen la única alimentación para el ganado, ya sea de cría, levante ó engorde.

La raza de ganado predominante es la Criolla del Valle. En algunas haciendas se están practicando cruces con ganado Cebú para obtener mayor precocidad y resistencia, lo que naturalmente va en perjuicio de la producción de leche. Las enfermedades parasitarias abundan en la zona como consecuencia de los pantanos y las ciénagas. Son muy pocas las haciendas que cuentan con un tanque garrapaticida. La alimentación del ganado es deficiente, debido a la poca variación de pastos y a la falta de leguminosas.

Algunas extensiones de tierras están dedicadas al sembrío de arroz, pero su cultivo está limitado por la falta de agua de regadío. Estas plantaciones las hacen generalmente arrendatarios que pagan al propietario con el 30% del producto bruto. El arrendatario se hace cargo de todos los gastos como preparación de las tierras, desyerbes, siembra, cosecha, cercas, etc. Las labores agrícolas para este cultivo están mecanizadas, empleándose tractores, arados y rastrillos modernos para la preparación del terreno, cosechando el arroz con "Combinadas" que cortan y trillan al tiempo. El agua de regadío se aplica por el método de semiestancamiento, sin nivelar el terreno, de manera que ciertos lotes sufren por exceso y otros por deficiencia de agua.

Además de los pastos y arroz, se están haciendo algunas experiencias con cultivo de caña de azúcar; existen también pequeños lotes con plátanos, cacao, citrus, maíz, yuca, etc.

B. Rendimientos de los Actuales Cultivos

Con relación a las áreas sembradas con pastos, se calcula que cada hectárea produce al año lo suficiente para alimentar una res. Pero es necesario tener en cuenta que gran parte del ganado es desnutrido, debido a la poca variedad de los pastos y a la falta de humedad durante los meses de verano, en que la calidad de los pastos desmejora notablemente. Por otra parte, debido a las áreas pantanosas, parte del ganado adquiere enfermedades parasitarias que desvalorizan su producción sea de carne ó leche.

El arroz no se puede producir sin agua. La fuente más utilizada en la actualidad para el regadío de arroz, dentro de la zona del proyecto, es el Río Claro, y en menor escala los ríos Pance y Jamundí. La práctica general en la zona, es sacar una cosecha segura de arroz, y dejarlo crecer de nuevo con la esperanza de que llueva en el verano para poder obtener una segunda cosecha. En esta forma, la producción actual de arroz varía entre 3,800 y 4,500 kilos por hectárea por año. En cuanto a la caña de azúcar, su producción promedia no pasa de 85 toneladas por hectárea por cosecha (14 á 18 meses por cosecha), debido a la falta de agua de regadío. En cuanto al maíz, puede obtenerse solamente una cosecha al año con un rendimiento promedio de 3,000 kilos por hectárea.

C. Cultivos Recomendables y sus Posibles Rendimientos Futuros

La ejecución de un proyecto integral de irrigación, drenaje y saneamiento de la zona, permitirá tecnificar la agricultura y la ganadería, derivando así rendimientos máximos tánto de

los diversos cultivos adaptables a la región, como de la ganadería. En el Apéndice B se ha presentado un cuadro de los cultivos aconsejables para los diferentes tipos y complejos de suelos encontrados en el área que cubre el proyecto. Nos limitaremos aquí a insistir sobre la necesidad de efectuar cultivos rotativos, especialmente en ciertas áreas que requieren el mejoramiento de sus suelos por este método.

Las obras de irrigación y drenaje permitirán la cría de ganado sano y bien nutrido, eliminando las actuales enfermedades parasitarias. El pasto que se obtenga por medio del riego y cultivo adecuados, será de mejor calidad y más abundante, a la vez que podrá diversificarse mas de acuerdo a las necesidades alimenticias del ganado.

Contando con riego artificial, las áreas sembradas de arroz podrán producir dos cosechas al año, y en algunos sitios hasta cinco cosechas cada dos años, con rendimientos promedios que puedan variar entre 8,000 y 10,000 kilos por hectárea al año. Esto significa prácticamente duplicar la producción, con la ventaja adicional de que las cosechas no estarán sometidas a la eventualidad de las lluvias. La caña de azúcar podrá producir hasta 155 toneladas por hectárea por cosecha, lo que equivale igualmente a duplicar su producción. Y el maíz producirá hasta dos cosechas por año, ó sean 6,000 kilos por hectárea anual.

Las cifras anteriores, basadas en la experiencia actual en el Valle del Cauca, dejan ver claramente las ventajas que se obtendrían con las obras de irrigación y drenaje. Traduciendo dichas cifras a dinero, se puede decir que en la actualidad se obtiene en promedio, una utilidad de $ 150 por hectárea por año, utilidad ésta que se reduce notablemente en los años secos ó cuando las lluvias se producen a destiempo. En cambio, en las zonas donde existe riego artificial, se obtienen actualmente utilidades que llegan a $ 1000 y más por hectárea por año. Para el caso del Proyecto del Río Timba, se puede estimar una utilidad no menor de

$ 500 por hectárea por año, en promedio, una vez efectuadas las obras de irrigación.

D. Distribución de las Aguas de Regadío. - Métodos de Riego

Como se ha dicho anteriormente, existen en la zona algunos canales de regadío, construídos en forma rudimentaria, y que utilizan aguas de los ríos Claro, Pance y Jamundí. No existe un sistema general de irrigación que permita la mejor distribución y utilización de las pequeñas fuentes de agua en uso actual. El empleo de las aguas de los ríos mencionados, dá orígen a controversias entre los diferentes regantes, con las consiguientes pérdidas de tiempo y de agua, afectando así los rendimientos de los diferentes cultivos, especialmente en las épocas de estiaje.

Un estudio detallado de los sistemas de distribución de aguas dentro de cada propiedad y de los métodos de riego que deben emplearse, es asunto que está fuera del alcance del presente informe. Presentaremos aquí algunas consideraciones de orden general, referentes a los métodos de operación de un sistema de riego y a los métodos de aplicación de las aguas que a nuestro juicio se adaptan mejor a las condiciones agrícolas de la zona.

Un sistema de distribución está formado, en conjunto, por: a) el canal principal que domina el área total irrigable y abastece a los canales laterales; b) los canales laterales que dominan las divisiones principales del área irrigable, y que abastecen a los canales sublaterales y distributarios; c) los sublaterales y distributarios, que conducen el agua a las diferentes propiedades; d) canales de desagüe, formados por prolongaciones de los mismos canales del sistema de distribución hasta un curso natural de agua ó una depresión, para poder eliminar por allí todas las aguas sobrantes.

El canal principal corre, generalmente, a lo largo del

lindero más alto del área por irrigarse, y con pendiente suave. Las tomas para los canales laterales se localizan en aquellos puntos en que el canal principal intercepta las elevaciones del terreno que corren en el sentido de la pendiente del mismo. Los canales laterales se trazan, así, a lo largo de dichas elevaciones ó lomos, perpendicularmente al canal principal, dominando cada lateral las áreas que quedan a ambos lados del lomo y que bajan hasta las líneas de drenaje. Los canales distributarios salen de los laterales, conduciendo el agua a las diferentes propiedades ubicadas a ambos lados de los lomos. El canal principal termina generalmente en su extremo inferior como un lateral.

Con el objeto de obtener la mejor regulación de las aguas en un sistema de distribución, es conveniente eliminar las variaciones innecesarias de caudal en el canal principal y en los laterales. Para ello, las derivaciones a las propiedades deberán hacerse directamente de los distributarios, evitando en lo posible efectuar derivaciones del canal principal ó de los laterales.

La cantidad de agua desperdiciada en un sistema de irrigación, depende del método de operación y del cuidado que se ponga en la regulación del caudal en las diferentes partes del sistema. Generalmente los canales distributarios pueden operarse y regularse de manera de derivar y emplear toda el agua que se les asigne, pero en los laterales puede suceder a veces que excesos de agua no empleada ó que resulte de las variaciones del caudal en dichos canales, se escurra hasta sus extremos. Es necesario disponer de dichos excesos y la mejor forma de hacerlo es prolongando los canales respectivos hasta desagüar a los cursos naturales de agua ó depresiones que puedan drenarlos fácilmente.

Los métodos de operación y distribución que se usan en un sistema de riego son: a) caudal contínuo; b) rotación y c) distribución según la demanda. Cuando el sistema se opera sobre la base de caudal contínuo, el agua corre en el canal principal, laterales y distributarios, permanentemente durante toda la esta

ción de riego, y el caudal durante un período de deficiencia se prorratea entre las diferentes ramas del sistema, de acuerdo a las áreas que sirven.

El método de rotación puede incluír: a) rotación entre regantes o grupos de regantes en cada distributario con caudal contínuo en la cabecera del distributario correspondiente; b) rotación entre distributarios servidos por el mismo lateral, combinado generalmente con rotación entre los regantes en cada distributario. En este caso es usual dividir el caudal del lateral entre grupos de distributarios, operando el lateral de manera que el caudal total vaya en turno hacia las diferentes secciones del lateral o grupos de distributarios; c) rotación entre laterales, operando el canal principal bien continuamente en toda su longitud, o bien dividiéndolo en secciones. En este caso los distributarios pueden o nó operarse por rotación.

El método de distribución según la demanda, a la hora y en la cantidad que requieren los regantes, es imposible de realizar en la práctica, pero se puede aproximar a él por medio de ciertas restricciones y especialmente en áreas con diversificación de cultivos, con amplios recursos acuíferos y con un canal de derivación relativamente corto y un pequeño sistema de distribución.

El método de caudal contínuo se puede emplear en los casos en que haya amplia dotación en la fuente principal de agua, propiedades agrícolas relativamente grandes y textura de suelo y características topográficas que permitan el uso de pequeñas cabezas de agua. Las principales condiciones que hacen más deseable el empleo del método de rotación son: pequeñas propiedades agrícolas, métodos de riego que requieren cabezas de agua relativamente grandes, y períodos de estiaje considerables. Este método tiene la ventaja de distribuír mejor el agua al momento de aplicarla a las parcelas de tierras, con un mínimo de pérdidas por filtración y por conducción; mayor facilidad para que el agricultor

pueda planear sus diferentes labores de acuerdo a un programa previo; mejor control de las plantas acuáticas y malezas en todo el sistema; menor costo de operación, especialmente cuando se practica la rotación entre grupos de distributarios; menor número de estructuras para medir el agua, etc.

La zona que abarca el Proyecto del Río Timba está dividida en propiedades de considerable extensión, y sus suelos en general son arcillosos, permitiendo el uso de pequeñas cabezas de agua, condiciones estas que hacen aconsejable operar el sistema de distribución por el método de caudal contínuo. Pero es probable que en ciertos sectores de la región, donde se hagan sembríos de cultivos anuales como frutales, pastos, etc., convenga usar en forma parcial el sistema de rotación entre grupos de canales sublaterales y distributarios. En la forma en que se han diseñado los diferentes canales del sistema, será posible practicar la rotación, cuando sea necesario, entre grupos de sublaterales o distributarios. El canal principal se ha diseñado con la capacidad necesaria para que funcione con caudal contínuo, mas una capacidad adicional, equivalente a las diferentes pérdidas por conducción, lo que permitirá cierta elasticidad en los casos de emergencia. Las secciones de los canales laterales y sublaterales se han diseñado para la máxima capacidad a todo lo largo, más el 40% de dicha capacidad, de acuerdo a las recomendaciones del Profesor B. A. Etcheverry[x]. En realidad, la capacidad de los laterales y sublaterales resultará aumentada en más del 40%, ya que no se descuentan las pérdidas por conducción, lo que permitirá tener un amplio margen para operar todo el sistema con cierta libertad. En el Capítulo sobre Diseños, se dan mayores detalles sobre las características de los canales que forman el sistema de distribución. Para el diseño de los canales distributarios, deberán emplearse coeficientes de riego por lo menos dobles a los que

---

(x) B.A. Etcheverry: "Irrigation Practice and Engineering", Vol. III

se empleen en el diseño del Canal de Derivación y del Canal Principal.

El agua para irrigar una propiedad agrícola se deriva generalmente de un canal lateral del sistema de distribución, el cual puede servir, como ya hemos visto, una extensión grande o pequeña de tierras. Los canales laterales y sublaterales deberán tener, pues, los dispositivos necesarios para medir el caudal de agua en cada punto de derivación. El sistema de distribución dentro de una propiedad, está compuesto por el sistema de canales distributarios ó acequias necesarias para conducir el agua desde el punto de derivación hasta las diferentes parcelas de terrenos cultivados, y de las estructuras necesarias para regular, dividir y distribuír el agua a las tierras. La importancia y planeamiento del sistema individual de distribución, dependerá de la extensión de la propiedad, de su topografía, de los métodos de riego empleados según los cultivos y tipos de suelos, y del valor del agua. Para grandes propiedades, formadas por varios cientos de hectáreas, el sistema de distribución puede incluír algunos canales laterales y sublaterales y estructuras similares en su diseño a aquellas que forman parte del sistema general de irrigación. La topografía de la propiedad agrícola controlará, en gran parte, el método ó métodos de riego por emplearse, lo que es un factor de vital importancia en la determinación de la ubicación y capacidad de los diferentes canales del sistema. Las estructuras que más comúnmente se usan en los sistemas de distribución individuales, son aquellas para regular el caudal en los sublaterales y distributarios como compuertas, caídas, diques, partidores y puentes.

La mayor parte de las zonas bajas en el Valle, adyacentes al Río Cauca, requieren actualmente obras de drenaje y protección, como se ha visto en el capítulo correspondiente. Si al irrigar las zonas más altas del Valle, no se planea un sistema de distribución de aguas muy eficiente, con sus estructuras de con -

trol bien diseñadas y mejor construídas, y se determinan los métodos de riego más apropiados para cada parcela de tierras, el anegamiento de las zonas bajas podría tornarse muy grave, elevando considerablemente el costo de las obras de drenaje necesarias para incorporar estas áreas a la agricultura. Para evitar que ésto suceda, es conveniente tomar de antemano las medidas necesarias. Las fuentes principales de anegamiento de las zonas bajas y la manera de eliminarlas,son las siguientes:

1. Pérdidas superficiales del canal principal y del sistema de distribución de aguas, en las tierras altas. Se refieren estas pérdidas a las aguas que se escapan de los canales del sistema de distribución, a través de sus diferentes estructuras y por roturas en los canales. Estas aguas corren por la superficie hasta las zonas bajas, produciendo su anegamiento.

Las causas de estas pérdidas son dos: a) un sistema defectuoso de distribución, con estructuras de control mal construídas y canales débiles; b) negligencia en la operación del sistema por parte de los encargados de distribuír el agua y por parte de los regantes mismos. Las medidas para evitarlas son obvias.

2. Pérdidas de agua en los extremos inferiores de los canales laterales y distributarios. Dichos excesos de agua terminan siempre en las tierras bajas, produciendo su anegamiento.

Las causas de estas pérdidas son: a) distribución y partición defectuosa de las aguas entre los diferentes regantes,por la falta de estructuras apropiadas. Un regante que recibe más agua de la que necesita, deja correr el exceso para perderse en el extremo inferior del canal distributario correspondiente; b) agua abundante y barata. Cuando el regante sabe que el agua le cuesta poco, solicita más de la que necesita para los riegos del día, lo que le permite efectuar un riego fácil y generoso de sus tierras, dejando pasar el exceso hacia los terrenos bajos; c) falta de sanciones para con los regantes que permiten esta clase de pérdidas de agua. Es fácil deducir las medidas que deben tomar

se para evitar esta clase de pérdidas.

3. Pérdidas durante la aplicación de las aguas a los terrenos en cultivo. Como se ha visto en otro capítulo, estas pérdidas pueden ser de dos clases: a) de infiltración, debajo de las tierras que reciben el agua; b) escurrimiento superficial en las tierras regadas. El único causante de esta clase de pérdidas, es el regante. Ambos tipos de pérdidas producen el aniego de las tierras bajas.

Las causas principales que motivan estas pérdidas son las siguientes: a) empleo de métodos de riego inapropiados para las condiciones topográficas, de suelos y de cultivos de las parcelas donde se producen; b) sistema de distribución inapropiado para los métodos de riego empleados; c) agua abundante y barata; d) inexperiencia del regante; e) pocos regantes para manejar caudales grandes de riego; f) falta de una campaña intensiva para educar y preparar a los regantes con miras a un empleo económico y eficiente de las aguas de riego; g) falta de sanciones para con los regantes que permitan el anegamiento de propiedades vecinas, de caminos, etc. Las medidas que deben adoptarse para eliminar estas causas son obvias.

En un proyecto de irrigación bien planificado, es posible disminuír todas las pérdidas mencionadas anteriormente, hasta el extremo de eliminarlas casi totalmente.

Teniendo en cuenta las condiciones naturales agrícolas de la región, los siguientes métodos de riego son los que, a nuestro juicio, pueden emplearse con mayor éxito:

Método por Surcos.- Consiste en aplicar el agua al terreno por medio de pequeñas zanjas ó surcos, a lo largo de los cuales se siembra la semilla. En esta forma se proporciona la humedad necesaria a la zona que circunda la planta, sin humedecer la faja de terreno que separa un surco de otro. Esta es la principal diferencia del método de surcos con el método de anegamiento, en

el cual se humedece toda el área del terreno.

Este método se emplea principalmente para caña de azúcar, maíz, forrajes y algunos árboles frutales. Para los tipos de suelos de la región, los surcos pueden tener de 300 a 500 metros de largo. La separación entre surco y surco depende de los tipos de cultivos. Deben hacerse los surcos en el sentido de la menor pendiente. La profundidad será de 20 á 30 centímetros. Para evitar las pérdidas excesivas en este método de riego, es de vital importancia que el propietario establezca un sistema eficiente de distribución dentro de su parcela.

Método de Pozas de Retención ó Encharcamiento.- Este método consiste en dividir el terreno en parcelas encerradas por bordos, dentro de las cuales se almacena el agua hasta que pueda ser absorbida por el suelo. Las áreas así cercadas, y que forman verdaderas "pozas", deberán estar a nivel. Pueden ser de forma rectangular ó cuadrada, teniendo las primeras una relación de largo a ancho no mayor de 4 á 1. El largo de las pozas no debe ser mayor de 100 á 120 metros para terrenos poco permeables, como los de la zona del Proyecto. El agua se aplica directamente a las pozas; los canales distributarios corren en el sentido de la pendiente, pudiendo servir las pozas ubicadas a ambos lados, lo que hace que la separación entre dichos canales sea el doble del largo de las pozas. En suelos pesados, es posible derivar agua de una poza a la otra más baja, por medio de compuertas a través de los bordos; ésto puede hacerse en áreas irregulares para evitar la construcción de muchos canales distributarios, pero deberá limitarse a cortas distancias.

Las pozas deberán estar casi a nivel, longitudinalmente; sin embargo, la absorción comenzará en el extremo de entrada del agua tan pronto como se comienza a aplicar ésta, y continuará mientras llega el agua al otro extremo, por lo que es recomendable hacer el extremo inferior de la poza cinco centímetros más bajo que el extremo de entrada, de manera que la diferencia de profundidad

en almacenamiento tienda a balancear la diferencia en absorción durante el período de anegamiento.

Pozas bien preparadas y niveladas, pueden emplearse prácticamente para cualquier cultivo de aniego o encharcamiento. Son adaptables especialmente para suelos pesados, como es el caso de la región de Timba, donde se requiere que el agua permanezca en la tierra por varias horas de manera de asegurar una adecuada absorción. El método de pozas de retención es el que más comúnmente se usa para cultivos de arroz, efectuando frecuentes riegos con pequeñas cabezas de agua.

Este método de riego se emplea actualmente en el Valle para el cultivo de arroz, pero en forma rudimentaria, produciendo muchas pérdidas de agua y el consiguiente anegamiento de las áreas bajas. Será necesario perfeccionar el empleo de este método, de acuerdo a las condiciones topográficas y de suelos de cada propiedad que cultive arroz, obligando a los agricultores a emplear un sistema de distribución de aguas apropiado para el método de riego, y proveer las obras necesarias en los extremos inferiores de las parcelas para captar y drenar cualquier exceso de agua. La poca pendiente del área de Timba, favorece el uso de este método, pero las pozas que se emplean en la actualidad son demasiado grandes y los sistemas de canales de riego inapropiados.

Una variante de este método, es el que utiliza las características topográficas del terreno para construír los bordos, los que siguen ciertas curvas de nivel o contornos del terreno, obteniéndose así pozas de forma y tamaño irregulares en vez de rectangulares, pero cuya nivelación es menos costosa. Este tipo de pozas puede usarse en aquellas secciones con pendientes regulares, mayores de ½%.

Hasta aquí hemos visto, en forma general, los métodos de riego que mejor puedan adaptarse a las condiciones agrícolas y de suelos de la región. La división de la zona en determinados lotes, y el planeamiento de los sistemas de distribución individua

les dentro de cada lote y establecimiento de los correspondientes métodos de riego, es materia que está fuera del alcance de este Anteproyecto. Al preparar el proyecto definitivo de Irrigación del Río Timba, habrá que hacer los levantamientos necesarios, en base a los planos ya preparados, en los que se indiquen los linderos de los diferentes propietarios, límites de los diversos cultivos actuales, tipos de cosechas, etc. Estos levantamientos se completarán con los estudios de suelos que se acompañan a este informe, sirviendo así de base para planear los sistemas de distribución individuales dentro de cada propiedad y establecer los métodos de riego que más convengan a cada caso. El estudio intégral del sistema de distribución y métodos de aplicación de agua, basado en levantamientos topográficos cuidadosos, dará como resultado una mejor y más económica ubicación de canales sublaterales y distributarios.

Cualquiera que sea el método de riego que se emplee para el cultivo de una parcela de tierra, es necesario preparar previamente el terreno de manera que permita una distribución uniforme del agua de riego. En otras palabras, la tierra debe estar limpia y libre de depresiones o montículos que impidan su riego uniforme. Será necesario rozar la vegetación natural, remover las raíces y nivelar los diferentes lotes hasta conseguir una superficie plana y de pendiente suave y uniforme. Estas son labores que corresponden directamente al propietario de las tierras,y en la mayor parte del área que abarca el proyecto del Río Timba, se podrán ejecutar a bajo costo, ya que la topografía en general es favorable y las extensiones en su mayor parte están cubiertas de pastos naturales. El sistema de distribución dentro de cada propiedad, será construído igualmente por cada propietario. Pero hay que tener en cuenta que el propietario no estará capacitado para resolver la mayor parte de estos problemas. Al efectuar un estudio definitivo del Proyecto de Irrigación del Río Timba, es recomendable prestar especial atención al estudio de todos los problemas que hemos mencionado, referentes a métodos de riego, sistemas

individuales de distribución y preparación de las tierras, para poder proporcionar a cada propietario los planos, diseños y normas que debe emplear en el regadío de sus tierras. Será ésta la única forma de garantizar un funcionamiento eficaz económico del sistema general de irrigación que se implante.

El presente estudio contempla solamente aquellas obras que debe construír el Estado para llevar las aguas hasta las tierras que van a irrigarse: Canal de Derivación, Canal Principal, Obras de Toma, Estructuras de Paso, Canales laterales y canales sublaterales. No se incluyen las obras que debe ejecutar el propietario de las tierras, pero no por éso dejan de ser éstas tan importantes como aquellas. En el estudio económico de un proyecto definitivo de esta naturaleza, será necesario tener en cuenta estos costos adicionales.

E. Conclusiones y Recomendaciones

(a). El ambiente cálido templado que reina en la región, según se ha visto en el Capítulo II, es favorable para el desarrollo de la misma; la relativa sequía impide la intensificación de la agricultura y la ganadería. La ejecución de obras que provean riego artificial constituirá el primer paso hacia el progreso de la región.

(b). La mayor extensión de terrenos de la zona, pertenece a grandes propietarios, que las dedican a la cría, levante y engorde de ganado vacuno. La ganadería es extensiva y rudimentaria y la falta de agua impide diversificar los cultivos de pastos de acuerdo a las necesidades alimenticias del ganado.

(c). Existen lotes más o menos grandes de terrenos dedicados al cultivo de arroz, cuyos rendimientos máximos llegan a 4.500 kilos por hectárea por año, debido a la falta de riego artificial.

(d). Actualmente se realizan algunas experiencias con cultivos de caña de azúcar, pero la falta de agua de regadío impide obtener rendimientos mayores de 85 toneladas de caña por hectárea y por cosecha.

(e). Otros productos como maíz, frutales, etc., rinden igualmente del 40 al 60% de lo que podrían rendir si tuvieran riego artificial.

(f). En las tierras que cubre el proyecto, es posible cultivar arroz de muy buena calidad, caña de azúcar, maíz, plátanos frutales diversos, cacao y muchas variedades de pastos para ganado.

(g). Las obras de irrigación que provean riego artificial a la zona, permitirán incrementar notablemente las áreas cultivadas con arroz, caña de azúcar y maíz, y aumentar los rendimientos en general al doble de la producción actual. Se podrá diversificar al mismo tiempo el cultivo de pastos y mejorar la calidad de los actuales, proporcionando alimento nutritivo y abundante al ganado.

(h). La calidad de suelos, condiciones topográficas y clases de cultivos, hacen recomendable operar el nuevo sistema de irrigación por el método de caudal contínuo. La capacidad de todos los canales del sistema tendrá un cierto margen que permita operar el conjunto con cierta libertad. La capacidad de los sublaterales y distributarios será suficiente para permitir el empleo del método de rotación entre algunos grupos de regantes, cuando las condiciones de cultivo lo requieran así.

(i). Los métodos de aplicación de agua a las tierras que pueden emplearse con más éxito en la zona irrigable, son: riego por surcos y riego por pozas de retención ó encharcamiento.

(j). Con el objeto de evitar las pérdidas de agua por

parte de los regantes, agravando así los problemas de drenaje en las áreas bajas, habrá que preparar un reglamento general que contemple las obras que debe incluír el regante en sus sistemas individuales de distribución y aplicación de aguas a las tierras, los métodos de riego que debe emplear, las sanciones que se deben imponer a los regantes que pierdan excesos de agua por negligencia o por carecer de las obras necesarias que le permitan controlar y emplear razonable y económicamente las aguas de regadío. Precios elevados por los excesos de agua que se empleen en el riego y rigurosas sanciones, evitarán serios problemas de anegamiento y drenaje en la zona.

(k). La preparación previa de planos, diseños y normas relacionadas con la buena distribución de aguas dentro de cada parcela de tierra, la preparación y nivelación de los terrenos, métodos de riego que deben emplearse, obras para la económica remoción de los excesos de agua de ragadío, etc., en forma específica para cada una de las propiedades agrícolas de la zona, así como la previa educación de los regantes por medio de ejemplos prácticos en la solución de estos diferentes problemas, eliminará muchas dificultades en el funcionamiento económico y eficiente del sistema general de irrigación que se establezca en la región, y promoverá un mejor desarrollo de la misma.

C A P I T U L O V

ESQUEMAS DEL DESARROLLO

Como se ha visto en la sección sobre Hidrología, las descargas del Río Timba son amplias para cubrir las demandas de riego en el área total del proyecto, durante todo el año agrícola, con excepción de los meses de estiaje: Julio, Agosto y Septiembre. De los diagramas que se incluyen en dicha sección, se ha determinado que la deficiencia total anual de agua de regadío, en el año más seco en cinco años, será de 20 millones de metros cúbicos; y en el año más seco en 20 años, será de 34.5 millones de metros cúbicos. Será necesario, pues, recurrir a una nueva fuente de agua que sea capaz de suplir esta deficiencia del Río Timba.

Existen dos posibles fuentes capaces de solucionar el problema:

1. Embalse en el Río Timba, en la zona próxima a su confluencia con el río Marilópez, por medio de una represa de tierra.

2. Bombeo del Río Cauca.

Una planta de bombeo en el Río Cauca, podría accionarse con motores Diesel ó con energía hidroeléctrica producida con las aguas que se deriven del Río Timba. En el caso de usarse las aguas del Río Timba para producir energía, existen dos lugares cuyas topografías son adecuadas para producir un salto: uno, cerca al Río Guachinte, a unos mil metros de la estación del mismo nombre; y otro, cerca al Río Cauca, próximo al sitio donde debe ubicarse la planta de bombeo.

Teniendo en cuenta la configuración topográfica del terreno, la longitud del canal de conducción y la posibilidad de producción de energía hidroeléctrica, se han estudiado y presu -

puestado las diferentes soluciones posibles, que reunimos a continuación en seis diferentes esquemas. Estos esquemas de desarrollo se refieren solamente a las Obras de Toma, Canal de Derivación y sus estructuras, canal que conduciría las aguas de bombeo, Planta de Bombeo y Central Hidroeléctrica. El canal principal, que como se ha visto anteriormente, es el canal que debe conducir las aguas desde la cota 990.00, cerca al Río Guachinte, a lo largo del lindero occidental del área del proyecto hasta el camino a Puerto Tejada, y el sistema de distribución, formado por los canales laterales, sublaterales y distributarios, tendrán las mismas características en su planeamiento y costo para cualquiera de los seis esquemas de desarrollo que presentamos aquí.

El Dibujo Nº 7 ilustra gráficamente las seis soluciones estudiadas. Los canales y estructuras que se refieren a los diferentes esquemas, se han diseñado de acuerdo a los conocidos procedimientos de hidráulica y estructuras, y se han presupuestado con los precios unitarios que se consignan en el Capítulo de Presupuestos.

A. Esquema I.

De acuerdo a esta solución, deberá construírse un canal para conducir por gravedad las aguas del Río Timba hasta el Río Guachinte, y tomarlas de este río en un punto más abajo, por medio de obras especiales de toma, cerca a la cota 990.00, para ser conducidas por medio del Canal Principal a lo largo del área irrigable. La deficiencia de agua durante el período de estiaje, a que hemos hecho referencia anteriormente, se proveerá en este caso por medio de un embalse aguas arriba de la Toma del Río Timba, cerca al punto de confluencia con el río Marilópez. Como se puede apreciar en la primera parte del Dibujo Nº 7, el embalse estará ubicado a unos 10,800 metros aguas arriba del puente del ferrocarril sobre el Río Timba, contados a lo largo del curso del Río. Las obras de Toma en el Río Timba quedarían a unos 5,800 m.

del mismo puente.

Para estimar el costo del embalse de Marilópez, se hizo un levantamiento a la plancheta, con curvas de nivel cada dos metros, del área de embalse y del sitio para la represa. Con base en dicho levantamiento, se calculó el volúmen de embalse y el volúmen y altura de la represa y se estimó su costo.

Las obras que comprendería este esquema serían las siguientes:

1. Embalse de Marilópez, para 25 millones de metros cúbicos, por medio de una represa de tierra de 36.6 metros de altura.

2. Obras de Toma en el Río Timba, con capacidad para 11 metros cúbicos por segundo.

3. Canal de Derivación entre los Ríos Timba y Guachinte, con capacidad para 11 metros cúbicos por segundo. Este canal, que tiene una longitud total de 6 kilómetros, iría totalmente revestido en concreto por el método "gunite".

4. Estructuras de Paso para el Canal de Derivación.

5. Obras de Toma en el Río Guachinte con capacidad para 11 metros cúbicos por segundo.

6. Canal Principal y Sistema de Distribución.

7. Obras de Drenaje.

El costo total del proyecto, según este esquema, sería como sigue:

1. Embalse de Marilópez	$ 4'925,000.oo
2. Obras de Toma en el Río Timba. . . .	380,000.oo
3. Excavación y revestimiento del canal de Derivación, incluyendo sus estructuras de paso	518,000.oo

4. Obras de Toma en el Río Guachinte . .	$ 263,000.oo
5. Canal Principal y Sistema de Distrib.	960,000.oo
6. Obras de Drenaje	615,000.oo
	7'661,000.oo
Dirección Técnica é Ingeniería, 10% . .	766,100.oo
Imprevistos, 10%	766,100.oo
COSTO TOTAL SEGUN EL ESQUEMA I.	$9'193,200.oo

B. Esquema II.

Esta solución al igual que la del Esquema I, considera un Canal de Derivación que conduciría las aguas del Río Timba al Río Guachinte, con capacidad para 11 metros cúbicos por segundo, y Obras de Toma en el Río Guachinte, para derivar las aguas a las tierras por irrigarse.

La deficiencia de agua durante el estiaje se obtendría, en esta solución, por medio de bombeo del Río Cauca. La planta de bombeo estaría ubicada como se indica en la primera parte del Dibujo Nº 7, y se accionaría por medio de energía hidroeléctrica, producida con las aguas derivadas del Río Timba, en una caída cerca a la estación de Guachinte, según podemos ver en el Dibujo en referencia. Consideramos en este caso que la Planta Hidroeléctrica de Guachinte se construiría con capacidad necesaria para atender las demandas de la Planta de Bombeo. El canal que debe conducir las aguas a la Planta Hidroeléctrica de Guachinte, saldría del Canal de Derivación, en un punto cerca a la Hacienda La Ferreyra, como se vé en el correspondiente Dibujo. Este canal tendría una capacidad de dos metros cúbicos por segundo y 6,700 metros de longitud, y se ha presupuestado totalmente revestido de concreto.

El sistema que contempla este esquema, funcionaría en la siguiente forma: durante los meses de abundancia en el Río Timba, Octubre a Junio inclusive, el canal de Derivación conduciría las

aguas al Río Guachinte, las mismas que serían captadas por el Canal Principal en la Toma de este río, cerca a la cota 990.00. Durante los tres meses de estiaje, habría que derivar dos metros cúbicos por segundo para la Planta Hidroeléctrica, y el caudal restante del río Timba desaguaría directamente al río Guachinte por medio del Canal de Derivación. El caudal que debe pasar por la Planta Hidroeléctrica, desaguaría también al Río Guachinte, uniéndose así a las aguas que vengan de la parte alta, para ser captadas todas, aguas abajo en la Toma del Guachinte. La energía así producida accionaría la Planta de Bombeo en el Río Cauca, cuya capacidad máxima, para el mes más seco, sería 5.5 metros cúbicos por segundo, según se ha visto en la sección "Hidrología". Del sitio de bombeo se conducirían las aguas hasta el Río Guachinte, por medio de un canal de 8,850 metros de longitud, con capacidad para 5.5 metros cúbicos por segundo. Parte de este canal, en media ladera, iría revestido de concreto, y la parte en terreno plano, sin revestir. Las aguas de este canal se reunirían en el Río Guachinte con las aguas derivadas del Río Timba, para ser captadas juntas en la Toma del Guachinte.

Este esquema de desarrollo comprendería las siguientes Obras:

1. Obras de Toma en el Río Timba, con capacidad para 11 metros cúbicos por segundo.

2. Canal de Derivación entre los Ríos Timba y Guachinte y sus obras de Paso.

3. Obras de Toma en el Río Guachinte, con capacidad para 11 metros cúbicos por segundo.

4. Canal de Derivación para la Planta Hidroeléctrica, con capacidad de dos metros cúbicos por segundo y sus obras de paso.

5. Planta Hidroeléctrica de Guachinte, para 300 KW.

6. Planta de Bombeo en el Río Cauca, para 5.5 metros cúbicos por segundo.

7. Canal desde la Planta de Bombeo hasta el Río Guachinte para 5.5 metros cúbicos por segundo y sus obras de paso.

8. Canal Principal y Sistema de Distribución.

9. Obras de Drenaje.

El costo total del Proyecto, según este esquema, sería como sigue:

1. Obras de Toma en el Río Timba	$ 380,000.oo
2. Canal de Derivación entre los Ríos Timba y Guachinte y sus estructuras de paso	518,000.oo
3. Obras de Toma en el Río Guachinte . . .	263,000.oo
4. Canal de Derivación desde La Ferreyra hasta la Planta Hidroeléctrica y sus estructuras de paso, para dos metros cúbicos por segundo	310,000.oo
5. Planta Hidroeléctrica de Guachinte, 300 KW.	203,000.oo
6. Planta de Bombeo en el Río Cauca. . . .	185,000.oo
7. Canal desde la Planta de Bombeo hasta el Río Guachinte, para 5.5. metros cúbicos por segundo	619,000.oo
8. Canal Principal y Sistema de Distribuc.	960,000.oo
9. Obras de Drenaje.	615,000.oo
	4'053,000.oo
Dirección Técnica é Ingeniería, 10%. . . .	405,300.oo
Imprevistos, 10%	405,300.oo
COSTO TOTAL SEGUN EL ESQUEMA II.	$4'863,600.oo

C. Esquema III.

Según esta solución, como puede apreciarse en el Dibujo correspondiente, el canal para 11 metros cúbicos por segundo que sale del Río Timba, continuaría hasta la Planta Hidroeléctrica de

Guachinte, sin desaguar a este Río. Durante la época de avenidas se emplearía el total de 11 m^3/seg. para producir energía eléc - trica, la misma que podría venderse para fomentar el desarrollo agrícola é industrial de la región. En la época de estiaje se emplearía parte de la energía producida, para accionar la Planta de Bombeo, vendiéndose el excedente.

Tanto la Planta Hidroeléctrica como la Planta de Bombeo, estarían ubicadas en los mismos sitios indicados en el Esquema II.

El sistema considerado en este esquema funcionaría en la siguiente forma: Durante la estación de avenidas, los 11 m^3/seg. que se tomen del Río Timba, pasarían por la Planta Hidroeléctrica, produciendo un máximo de 2000 KW; las aguas pasarían entonces de la planta hacia la cota 990.00, por medio de un canalizo elevado que cruzaría el río Guachinte. Durante la época de lluvias, podría venderse el total de energía producida. En la época de estiaje habría que bombear del Río Cauca el agua necesaria para completar con las aguas del Río Timba los 11 m^3/seg. necesarios. Las aguas del Canal de la Planta de Bombeo se unirían a las que salen de la Planta Hidroeléctrica, a la entrada al canalizo elevado que cruza el Río Guachinte, como puede verse en el Dibujo Nº 7. Tanto la Planta de Bombeo como el Canal desde dicha Planta hasta el Río Guachinte, tendrían las mismas características que las consideradas en el Esquema II.

El Canal de Derivación para este esquema, tiene una longitud total de 12, 175 metros, desde el Río Timba hasta la entrada a la tubería de presión, y se presupuesta totalmente revestido de concreto. A esta longitud se le han agregado los 600 metros de canal de salida de la Planta Hidroeléctrica, desde la Planta hasta el canalizo sobre el Río Guachinte.

Este esquema de desarrollo comprendería las siguientes obras:

1. Obras de Toma en el Río Timba, con capacidad para 11 m^3/seg.

2. Canal de Derivación desde el Río Timba hasta la Planta Hidroeléctrica de Guachinte y sus estructuras de paso, para 11 m^3/seg. Se incluyen en este item el tramo del canal de salida de la planta indicado anteriormente, y el canalizo elevado sobre el Río Guachinte.

3. Planta Hidroeléctrica de Guachinte, para 2000 KW.

4. Planta de Bombeo en el Cauca con capacidad para 5.5 metros cúbicos por segundo.

5. Canal desde la Planta de Bombeo hasta el canalizo sobre el Río Guachinte, y sus obras de paso para 5.5 m^3/seg.

6. Canal Principal y Sistema de Distribución.

7. Obras de Drenaje.

El costo total del Proyecto según este esquema, sería el siguiente:

1. Obras de Toma en el Río Timba	$ 380,000.oo
2. Canal de Derivación y sus Obras de Paso	1'260,000.oo
3. Planta Hidroeléctrica de Guachinte, con capacidad de 2000 KW.	879,700.oo
4. Planta de Bombeo en el Río Cauca. . . .	185,000.oo
5. Canal desde la Planta de Bombeo hasta el Río Guachinte y sus estructuras de paso, para 5.5 metros cúbicos por segundo . .	619,000.oo
6. Canal Principal y Sistema de Distribuc.	960,000.oo
7. Obras de Drenaje	615,000.oo
	4'898,700.oo
Dirección Técnica é Ingeniería, 10%. . . .	489,870.oo
Imprevistos 10%.	489,870.oo
COSTO TOTAL SEGUN EL ESQUEMA III	$5'878,440.oo

D. Esquema IV.

La solución de este esquema, al igual que las de los esquemas I y II, considera la derivación de las aguas del Río Timba al Río Guachinte, y obras de toma en el Río Guachinte para captar las aguas en la cota 990.00. Durante los meses en que es posible derivar 11 m^3/seg. del Río Timba, bastará que funcione este sistema. La deficiencia de agua durante el estiaje se suplirá por medio de bombeo del Río Cauca. La diferencia de esta solución con las presentadas en los esquemas II y III, radica en que la Planta Hidroeléctrica se instalaría cerca de la Planta de Bombeo, donde es posible aprovechar una caída de 17 metros. El agua a la salida de la Planta Hidroeléctrica estaría en la cota 992.00, para poder ser conducida por el canal que vá desde la Planta de Bombeo hasta el Río Guachinte. El canal para conducir las aguas del Río Timba a la Planta Hidroeléctrica, saldría del Km 4.100 del canal Timba-Guachinte. Tendría una capacidad de 3.5 m^3/seg. é iría revestido en toda su longitud, de 6,700 metros. Con 3.5 m^3/seg, y una caída de 17 metros, seriá posible producir la energía necesaria para que, en el caso de un estiaje máximo en que el Río Timba descargue solamente 3.5 m^3/seg., se pueda bombear del Río Cauca la diferencia, ó sean 7.5 m^3/seg. Aunque lo común sería bombear 5.5m^3/seg. como se ha visto en el Capítulo sobre Hidrología, para este esquema debemos considerar el Canal desde la Planta de Bombeo hasta el Río Guachinte, con una capacidad suficiente para conducir un caudal de bombeo de 7.5 m^3/seg., más los 3.5 m^3/seg. a la salida de la Planta Hidroeléctrica, ó sea un total de 11 m^3/seg. Este canal iría revestido con concreto en sus tramos construídos en media ladera.

El sistema considerado en este esquema funcionaría en la siguiente forma: durante la época de avenidas, funcionaría solamente el Canal de Derivación entre los ríos Timba y Guachinte, al igual que el caso del Esquema II. Durante la época de estiaje se derivaría parte de las aguas del Río Timba hacia la Planta Hidroe

léctrica, para accionar la Planta de Bombeo. Las aguas bombeadas del Río Cauca se unirían a las que pasarían por la Planta Hidroeléctrica y juntas serían conducidas hasta el Río Guachinte y descargadas en un punto aguas arriba de la toma en dicho río. Estas aguas juntas con el excedente derivado directamente del Río Timba al Río Guachinte, formarían elcaudal necesario para ser captado en la cota 990.00.

Este esquema de desarrollo comprendería las siguientes obras:

1. Obras de Toma en el Río Timba para 11 m^3/seg.

2. Canal de Derivación Timba-Guachinte y sus obras de paso para 11 m^3/seg.

3. Canal de conducción a la Planta Hidroeléctrica y sus obras de Paso, para 3.5 m^3/seg.

4. Planta Hidroeléctrica cerca al Río Cauca, para 450 KW.

5. Planta de Bombeo en el Río Cauca, para 7.5 m^3/seg.

6. Canal desde la Planta de Bombeo hasta el Río Guachinte y sus obras de paso para 11 m^3/seg.

7. Obras de Toma en el Río Guachinte, para 11 m^3/seg.

8. Canal Principal y Sistema de Distribución.

9. Obras de Drenaje.

En este caso, la transmisión de energía a las bombas se haría directamente por medio de fajas en "V", eliminando así el equipo eléctrico de la planta.

El costo del sistema propuesto en este esquema sería el siguiente:

1. Obras de Toma en el Río Timba.	$ 380,000.oo
2. Canal de Derivación Timba-Guachinte y sus estructuras de paso	518,000.oo

3. Canal de Conducción a la Planta Hidroeléctrica y sus estructuras de paso.	$ 343,000.oo
4. Planta Hidroeléctrica para 450 KW.	240,000.oo
5. Planta de Bombeo para 7.5 metros cúbicos por segundo.	200,000.oo
6. Canal desde la Planta de Bombeo hasta el Río Guachinte para 11 metros cúbicos por segundo.	840,000.oo
7. Obras de Toma en el Río Guachinte.	263,000.oo
8. Canal Principal y Sistema de Dist.	960,000.oo
9. Obras de Drenaje.	615,000.oo
	4'359,000.oo
Dirección Técnica é Ingeniería, 10% .	435,900.oo
Imprevistos, 10%	435,900.oo
COSTO TOTAL SEGUN EL ESQUEMA IV . . .	$ 5'230,800.oo

E. Esquema V.

Según la solución considerada en este esquema, no se derivarán aguas del Río Timba al Río Guachinte. Las obras de Toma en el Río Timba y el canal de Derivación se construirían en este caso para solo 3.5 m^3/seg., caudal que sería conducido hasta la planta Hidroeléctrica cerca al Cauca, para producir 450 KW, como en el caso del esquema anterior. La Planta de Bombeo sería también para 7.5 m^3/seg. El sistema funcionaría en la siguiente forma: Bombeo permanente de 7.5 m^3/seg. de agua del río Cauca, caudal que unido a los 3.5 m^3/seg. que pasan por la Planta Hidroeléctrica, formarían los 11 m^3/seg. necesarios, los mismos que serían conducidos hasta el cruce del Río Guachinte por un canal igual al considerado en el Esquema IV. Las aguas conducidas por este canal no desaguarían en el Río Guachinte, como en el esquema anterior, sino que cruzarían dicho río por medio de un canalizo elevado para tomar la cota 990.00, como se muestra en el Dibujo Nº 7. En esta forma que

darían eliminadas las obras de Toma en el Río Guachinte.

Al igual que en la solución del esquema anterior, la transmisión de energía a las bombas se haría directamente por medio de fajas en "V".

Esta solución comprendería las siguientes obras:

1. Obras de Toma en el Río Timba para 3.5 m^3/seg.

2. Canal de Conducción entre el Río Timba y la Planta Hidroeléctrica con capacidad para 3.5 m^3/seg.

3. Planta Hidroeléctrica para 450 KW.

4. Planta de Bombeo para 7.5 m3/seg.

5. Canal desde la Planta de Bombeo hasta el Río Guachinte y sus estructuras de paso para 11 m^3/seg.

6. Canal Principal y Sistema de Distribución.

7. Obras de drenaje.

El costo de este sistema sería como sigue:

1. Obras de Toma en el Río Timba	$ 297,000.00
2. Canal Timba-Planta Hidroeléctrica . . .	593,000.00
3. Planta Hidroeléctrica	240,000.00
4. Planta de Bombeo	200,000.00
5. Canal de la Planta de Bombeo al Río Guachinte	840,000.00
6. Canal Principal y Sistema de Distribuc.	960,000.00
7. Obras de Drenaje.	615,000.00
	3'745,000.00
Dirección Técnica é Ingeniería, 10%. . . .	374,500.00
Imprevistos, 10%.	374,500.00
COSTO TOTAL SEGUN EL ESQUEMA V	$ 4'494,000.00

F. Esquema VI.

Según esta solución, las Obras de Toma en el Río Timba se construirían en un punto aguas abajo del puente del ferrocarril sobre dicho río, como se puede ver en la segunda parte del Dibujo Nº 7 y en los Dibujos 22 y 23; el canal de Derivación seguiría la línea indicada en dichos dibujos, hasta cerca de la Planta de Bombeo, encontrándose allí, a la altura de la cota 992.00, con el canal que sale de dicha planta, y continuar hasta el cruce del Río Guachinte por el mismo canal, que debe conducir además las aguas de Bombeo. El canal que debe salir de la Planta de Bombeo, tendría las mismas características del que se ha considerado en la solución anterior. El canal desde la Toma en el Río Timba hasta la Planta de Bombeo, tendría una longitud de 2,720 metros y pendiente de 0.00035 en la parte plana y 0.001 en media ladera, considerandose revestido de concreto el tramo comprendido entre los Km 1.600 y 2.720, o sea la sección en media ladera. La capacidad de ambos canales sería de 11 m^3/seg.

Las Obras de Toma para esta solución tendrían una capacidad de 11 m^3/seg. y sus características serían idénticas a las obras consideradas en las soluciones anteriores, habiendo basado sus diseños en los mismos principios establecidos en el Capítulo VII. La única diferencia con las obras de Toma que se consideran en las soluciones anteriores, estriba en las características de los diques de defensa. Para este caso, dichos diques son más largos que en el caso anterior, pero en cambio tienen una altura promedia menor, razón por la cual el costo total de todas las obras de toma es prácticamente igual en ambos casos.

Según este esquema, no se construiría Planta Hidroeléctrica.

La Planta de Bombeo en el Río Cauca se accionaría con motores Diesel.

El sistema propuesto aquí, funcionaría en la siguiente for

ma: durante la época de avenidas, se tomarían los 11 metros cúbicos por segundo directamente del Río Timba hasta el Río Guachinte, cruzando este río por medio de un canalizo elevado, como puede verse en el Dibujo Nº 7. Durante el estiaje, se tomaría del Río Timba el caudal que fuera posible, de acuerdo a las descargas del Río, bombeando la diferencia del Río Cauca. Ambas aguas se unirían en un punto frente a la Planta de Bombeo para continuar juntas hacia el cruce del Río Guachinte.

La solución propuesta comprendería las siguientes obras:

1. Obras de Toma en el Río Timba para 11 m^3/seg.

2. Canal de Derivación y sus obras de paso, con capacidad para 11 m^3/seg. y 2.720 metros de longitud.

3. Planta de Bombeo para 5.5.m^3/seg.

4. Motores Diesel para la Planta de Bombeo.

5. Canal de Conducción entre la Planta de Bombeo y el Río Guachinte y sus estructuras de paso para 11 m^3/seg.

6. Canal Principal y Sistema de Distribución.

7. Obras de Drenaje.

En el Dibujo Nº 22 podemos ver parte de este sistema. Se presenta en él, la situación de las obras de Toma, el Canal de Derivación, la Planta de Bombeo, y parte del Canal que vá desde esta planta hasta el cruce del Río Guachinte. En el Dibujo Nº 23 se muestra el conjunto de Obras de Toma.

El costo de este sistema sería el siguiente:

1. Obras de Toma en el Río Timba	$ 380,000.oo
2. Canal de Derivación y sus Obras de Paso	195,000.oo
3. Planta de Bombeo en el Río Cauca. . . .	145,000.oo
4. Cuatro Motores Diesel de 140 HP. c/u. .	100,000.oo

5, Canal de Conducción entre la Planta de Bombeo y el Paso del Río Guachinte	$ 840,000.oo
6. Canal Principal y Sistema de Distribuc.	960.000.oo
7. Obras de Drenaje	615,000.oo
	3'235,000.oo
Dirección Técnica é Ingeniería, 10%. . . .	323,500.oo
Imprevistos, 10%	323,500.oo
	3'235,000.oo
Dirección Técnica é Ingeniería, 10%. . . .	323,500.oo
Imprevistos, 10%	323,500.oo
COSTO TOTAL SEGUN EL ESQUEMA VI.	$3'882.000.oo

G. Resumen de los Diferentes Esquemas

Para poder hacer una comparación económica de los diferentes esquemas estudiados, vamos a resumir en un cuadro los costos de las seis soluciones. La solución del Esquema V supone la construcción de un canal de derivación para sólo 3.5 m^3/seg., bombeando permanentemente del Río Cauca la diferencia de 7.5 m^3/seg., por lo cual este sistema tendría que construírse en todas sus partes desde el principio. En cambio, para los sistemas propuestos en los otros esquemas, sería posible construír inicialmente todas aquellas obras que permitan derivar las aguas del Río Timba, dejando las demás estructuras, como la Planta Hidroeléctrica, la Planta de Bombeo y obras anexas, etc., para ejecutarse en una segunda etapa, cuando el desarrollo agrícola de la zona así lo requiera.

En el caso del esquema I, la represa de Marilópez se construiría en la segunda etapa. En el siguiente cuadro indicaremos los costos de los diferentes esquemas estudiados, asumiendo que su ejecución se haga en dos etapas, de manera de poder establecer una mejor comparación entre las diferentes soluciones.

ESQUEMA Nº	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA	COSTO FINAL
I	$ 3'283,200.oo	$ 5'910,000.oo	$ 9'193,200.oo
II	3'283,200.oo	1'580,400.oo	4'863,600.oo
III	3'858,000.oo	2'020,440.oo	5'878,440.oo
IV	3'283,200.oo	1'947,600.oo	5'230,800.oo
V	4'494,000.oo	----------	4'494,000.oo
VI	3'588,000.oo	294,000.oo	3'882,000.oo

Comparando el costo final de los diferentes esquemas, vemos que el Esquema Nº VI es el más económico de todos. En cuanto al costo de la primera etapa, el Esquema Nº VI es sólo $ 304,800 más elevado que los esquemas I, II y IV; en cambio la segunda etapa está muy por debajo de la de los otros esquemas. Por otra parte, el único de los esquemas estudiados que ofrece la posibilidad de amortizar parte del capital invertido, con un producto diferente al agua de irrigación, es el Esquema III, cuya instalación para la producción de energía hidroeléctrica podría producir un máximo de 2,000 KW durante nueve meses del año, como puede verse en el Capítulo VI. Vendiendo la energía eléctrica así producida, podría amortizarse el costo total de la Planta Hidroeléctrica y posiblemente parte del capital que corresponde a irrigación también. Este es el punto que vamos a tratar a continuación, comparando los esquemas III y IV. Los esquemas I, II, IV, y V quedan, pues, descartados.

H. Comparación de los Esquemas III y VI.

Desde el punto de vista de costo inicial, el Esquema Nº VI sería el más recomendado, según se desprende del cuadro anterior. Pero un sistema como el propuesto en el Esquema III puede a la larga resultar más económico, con la ventaja adicional de pro-

porcionar un elemento indispensable para el desarrollo de la región, como es la energía eléctrica. Para poder hacer una comparación razonable de estas dos soluciones, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

(a). El sistema propuesto en el Esquema VI requiere Motores Diesel para accionar la Planta de Bombeo, lo que significa un mayor costo por KWH empleado, en comparación con el sistema del Esquema III que emplearía energía de la Planta Hidroeléctrica que se instalaría, en este caso, a un costo inferior por KWH.

(b). El capital que representa el mayor costo de operación de la Planta de Bombeo en el Esquema VI, habrá que sumarlo al costo total de dicho esquema, para obtener así una diferencia real con el costo total del Esquema III.

(c). Para que el Esquema III resulte más ventajoso que el Esquema VI, será necesario que la energía eléctrica vendible en el primer Esquema, sea capaz de amortizar su mayor costo y dejar además un margen de utilidad.

(d). Para poder encontrar las cifras representativas del ingreso y la utilidad anual que deben esperarse de la Planta Hidroeléctrica de Guachinte, vamos a asumir los siguientes valores: amortización del mayor capital invertido en el Esquema III en 20 años al 6%; maquinaria y tubería sujetas a depreciación, amortizable en 20 años al 6%; gastos de operación de la Planta Hidroeléctrica, $ 4.oo por KW instalado.

(e). Para encontrar el mayor costo de operación de la Planta de Bombeo en el Esquema VI, suponemos que para el año más seco en cinco años, habrá un consumo de 380,000 KWH (se calculó un consumo de 343,000 KWH). El costo de un KWH producido con motores Diesel, incluyendo combustibles, operador é imprevistos, podemos considerarlo a cinco centavos. Esta cifra no incluye amortización del equipo, cuyo costo de instalación está considerado en el Costo total del Esquema VI, al igual que el costo del equipo eléctri

co para la Planta de Bombeo en el Esquema III. El costo de un KWH de energía de la Planta Hidroeléctrica de Guachinte, consumido por la Planta de Bombeo en el Esquema III, lo consideramos a 2.5 centavos, incluyendo línea de transmisión y operador.

(f). Se supone que la Planta Hidroeléctrica estaría administrada por una entidad autónoma, que vendería la energía a razón de 1.5 centavos el KWH en la planta, siendo la Central de Bombeo del Río Cauca uno de sus tantos consumidores.

De acuerdo a las anteriores consideraciones, tendremos lo siguiente:

Costo total de operación de la Planta de Bombeo, usando motores Diesel:

380,000 x 0.05 = $ 19,000.oo al año

Costo total de operación de la Planta de Bombeo, usando energía hidroeléctrica:

380,000 x 0.025 = $ 9,500.oo al año

Diferencia: $ 9.500.oo al año

Es decir que la Planta de Bombeo tendría un mayor costo de operación de $ 9,500.oo anuales en el sistema considerado en el Esquema VI. Este mayor costo de operación representaría un capital de $ 109,000.oo al 6% en 20 años, cifra que habrá que sumar al costo total del Esquema VI para poderlo comparar con el costo total del Esquema III. Luego:

Costo Total del Esquema III	$ 5'878,440.oo
Costo del Esquema VI = $ 3'882,000 + 109,000 =	3'991,000.oo
Diferencia	$ 1'887,440.oo

Esta diferencia, que representa el mayor costo del Esquema III sobre el Esquema VI, incluye el costo de la Planta Hidroeléctrica de Guachinte y el mayor costo de canales y estructuras

necesarias para desarrollar el sistema propuesto en dicho esquema.

El mayor costo de $ 1'887,440.oo lo podemos descomponer en la siguiente forma:

(1) Maquinaria y Tubería Sujetas a Depreciación:

Turbinas, Generadores, Transformadores, Subestación, ...	$ 620,000.oo
Tuberías y Soportes	79,700.oo
	$ 699,700.oo

(2) Obras nó Sujetas a Depreciación:

Construcción y excavación para la Casa de Máquinas y Obras Anexas . . .	$ 180,000.oo
Mayor costo de Canales y Estructuras, inclusive imprevistos é ingeniería	1'007,740.oo
T O T A L (1) + (2)	$ 1'887,440.oo

Gastos Fijos y Gastos de Operación Anuales:

GASTOS FIJOS

Interés y Amortización, 6% en 20 años.	164,585.oo
Depreciación = 0.0272 (Al 6% en 20 años)	19,032.oo
	$ 183,617.oo

GASTOS DE OPERACION:

$ 4.oo por KW.	8,000.oo
Total Gastos Anuales	$ 191,617.oo

En el cuadro que se muestra en la siguiente página, se han resumido las diferentes cifras anteriores. Según podemos deducir del referido cuadro, la venta de energía eléctrica producida en la Planta de Guachinte, amortizaría el mayor costo $ 1'887,440.oo en 20 años al 6% mas los gastos anuales de operación de la Planta y dejaría todavía una utilidad anual de $ 47,483.oo. Este resultado hace aconsejable adoptar el sistema propuesto en el Esquema III, y los diseños y presupuestos que se acompañan al presente informe se refieren a las obras que corresponden a dicho esquema. Pero el Esquema III, aunque a la larga sea el más económico, tiene un costo final mucho más elevado que el sistema del Esquema VI, lo que puede dificultar su financiación. Ello puede inducir a las autoridades ó entidades interesadas, a seleccionar el Esquema VI, razón por la cual se ha estudiado este sistema en forma detallada, como el del Esquema III. Se incluye por eso el Dibujo Nº 22, en que se muestra la ubicación de las Obras de Toma, el Canal de Derivación, la Planta de Bombeo, y parte del canal que debe conducir estas aguas hasta el cruce con el Río Guachinte; y el Dibujo Nº 23 en que se muestra una vista de conjunto de las Obras de Toma. Las características de las diferentes estructuras de la Toma son similares a las que se muestran en el Dibujo Nº 16.

Las Obras de Toma para el Esquema VI se han diseñado también para una descarga máxima probable de 500 metros cúbicos por segundo, como se establece en el Capítulo VI. El nivel de agua encima de la presa de Derivación, para esta descarga, alcanzará la cota 1001.08, lo que nos indica que el agua podrá cruzar sin dificultad el puente del ferrocarril que queda inmediatamente aguas arriba de la Toma, como se puede ver en el Dibujo Nº 23, y los pequeños pueblos de Timba y caseríos anexos no sufrirán daños, de acuerdo a los niveles que se han verificado en el terreno. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que los estudios preparados para este anteproyecto están basados en datos hidrológicos a corto plazo. Cualquiera que sea el sitio donde se u

INSTALACION, GASTOS ANUALES Y UTILIDAD DE LA PLANTA HIDROELECTRICA DE GUACHINTE

CAPACIDAD DE DISEÑO KW	COSTO TOTAL PESOS	GASTOS ANUALES EN PESOS			ENERGIA PRODUCIDA MILES KWH	COSTO POR KWH PESOS	COSTO TOTAL POR KW INSTALAD. PESOS	INGRESO ANUAL PESOS	UTILD. ANUAL PESOS
		FIJOS	OPERACION	TOTAL					
2000	1'887,440	183,617	8,000	191,617	15,940	0.012	944	239,100	47,483

N O T A :

Los gastos fijos se componen del 6% anual sobre el costo total, amortización del costo de la Planta en 20 años, mas depreciación del equipo y tubería en 20 años al 6%.

Los gastos de operación anual se computaron a $ 4,oo por KW instalado.

El ingreso anual se calculó tomando $ 0.015 por precio de venta del KWH en la Planta.

biquen las obras de toma en el proyecto definitivo, será necesario estudiar con más detalle las condiciones hidrológicas de la cuenca del río Timba, para determinar con mayor aproximación la descarga máxima probable y la descarga máxima absoluta de dicho río, preparando al mismo tiempo los diagramas que permitan fijar las variaciones del nivel aguas arriba y aguas abajo de la presa de derivación. Queremos por eso anotar que, al efectuarse un estudio definitivo, basado en datos hidrológicos dignos de mayor confianza, pueda recomendarse como más económico un tipo de presa de derivación cuyas características sean completamente diferentes a las del tipo de presa que consideramos ahora.

Podría suceder, igualmente, que la ejecución de obras de toma en el sitio considerado para el Esquema VI, se dificulte con una nueva información hidrológica, que aconseje diseñar la presa para una descarga máxima probable mayor de 500 metros cúbicos por segundo, ya que el puente y los pequeños pueblos ribereños podrían resultar afectados en este caso, lo que no sucedería en el sitio de la toma alta en el Río Timba. De suceder así, habría que descartar el Esquema VI en un estudio definitivo, y si el Gobierno se interesara por ejecutar un proyecto de irrigación exclusivamente, sin incluír la Planta Hidroeléctrica de Guachinte, podría emplearse siempre el sistema propuesto en el Esquema III con algunas pequeñas variantes, en la siguiente forma: a) Obras de Toma en la parte alta del Río Timba; b) Canal de Derivación, que conduzca las aguas del Río Timba al Río Guachinte, desaguándolas en este último en un punto cerca a la hacienda La Ferreyra; c) Obras de Toma en el Río Guachinte; d) Planta de Bombeo en el Río Cauca, accionada con motores Diesel, y canal que conduzca las aguas de bombeo hasta un punto aguas arriba de la Toma del Guachinte, para unirlas a las aguas derivadas del Río Timba. Este canal tendría capacidad para 5.5 metros cúbicos por segundo; e) Canal Principal y Sistema de Distribución; f) Obras de Drenaje.

De usarse el sistema descrito anteriormente, con fines de irrigación exclusivamente, su costo final ascendería a $4'114,000.oo, ó sean $ 232.000.oo más que el costo final del Esquema VI. Sin embargo, como veremos en las páginas que siguen, es probable que no se requiera la construcción de todo el sistema desde un principio, sino en dos etapas separadas por un período de aproximadamente diez años. Asumiendo que el proyecto se ejecute en dos etapas, el costo de la primera etapa para el Esquema III, suponiendo que se planee para irrigación solamente, sería de $ 3'283,200.oo como se verá mas adelante, y el costo de la misma etapa para el Esquema VI sería de $ 3'588,000.oo, lo que arroja una diferencia de $ 304,800.oo a favor del Esquema III para la etapa inicial. Este menor costo del Esquema III en la primera etapa puede compensar el mayor costo final del mismo, con la ventaja adicional de que existe siempre la posibilidad de emplear las aguas derivadas del Río Timba para producir energía hidroeléctrica.

Como resultado de la discusión anterior, obtenemos lo siguiente: 1) El Esquema III es a la larga el más económico, ya que, además de amortizar el mayor costo debido a la Planta Hidroeléctrica de Guachinte y sus gastos anuales de operación y mantenimiento, podría dejar una utilidad anual de $ 47,483; 2) Si el Gobierno se interesara por ejecutar un sistema para irrigación solamente, probablemente convenga adoptar el Esquema VI para el caso de construír todo el sistema desde un principio. La decisión final sobres este Esquema, depende de estudios hidrológicos más precisos en la cuenca del Río Timba; 3) Si el Gobierno adoptara por ejecutar las obras en dos etapas diferentes, separadas por un período aproximado de diez años, deberá adoptarse el Esquema III con las variantes que anotamos a continuación.

I. Conclusiones

Según el estudio económico de los diferentes esquemas de desarrollo a que nos hemos referido en las páginas anteriores, el sistema propuesto en el Esquema III es, a la larga, el más económico, y por consiguiente se ha adoptado para los efectos del presente informe.

En el Capítulo II se ha hablado sobre la conveniencia de ejecutar el proyecto en dos etapas: 1) Derivación de las aguas del Río Timba y su distribución en las tierras que abarca el proyecto; 2) Complemento de la demanda de riego del área total, por medio de la planta de bombeo en el Río Cauca y construcción de la Planta Hidroeléctrica de Guachinte. Es probable que el desarrollo de la región con las obras ejecutadas durante la primera etapa, tome unos 10 años antes de que se requiera la ejecución de las obras comprendidas en la segunda etapa. Experiencias en obras similares a la de Timba en extensión y condiciones agrícolas, demuestran que el desarrollo por medio de la irrigación es relativamente lento, y para el caso que nos ocupa, podemos considerar 10 años como período mínimo para el desarrollo de la primera etapa.

En el cuadro anterior que resume los diferentes esquemas estudiados, hemos visto que la primera etapa para el Esquema III costaría $ 3'858,000.oo y comprendería la construcción de la Toma en el Río Timba, el canal de Derivación desde el Río Timba hasta el cruce del Río Guachinte en el sitio de la Planta Hidroeléctrica, Canal Principal y Sistema de Distribución, y Obras de Drenaje, dejando para la segunda etapa la construcción de la Planta Hidroeléctrica, la Planta de Bombeo y el canal que debe conducir las aguas de bombeo, obras éstas que costarían $2'020,440.oo. Los diseños, planos y presupuestos que se presentan en este informe, se han preparado de manera de poder ejecutar las dos etapas, siguiendo exactamente el sistema propuesto en el Esquema III.

Sin embargo, es conveniente tener en cuenta la posibilidad de que, durante los años que tome el desarrollo agrícola de

la zona con las obras de la primera etapa, se construya en el Valle alguna central hidroeléctrica capáz de proporcionar energía eléctrica barata al área que abarca el proyecto, en cuyo caso no se justificaría la construcción de la Planta Hidroeléctrica de Guachinte al ejecutarse la segunda etapa del proyecto de Timba. En este caso, el Canal de Derivación desde el Río Timba hasta el cruce del Río Guachinte, a un costo total de $ 1'260,000.oo, no tendría razón de ser. Sugerimos por eso, la conveniencia de contemplar la posibilidad de dividir el sistema del Esquema III en dos etapas diferentes a las que se presentan en el cuadro de la página 98, construyendo durante la primera etapa un canal de derivación entre los ríos Timba y Guachinte, desaguando directamente en este último, como el que se considera en el Esquema I, cuyo costo es de sólo $ 518,000.oo. Este canal tendría también una capacidad de 11 metros cúbicos por segundo y conduciría las aguas directamente al Río Guachinte, desaguando en un punto cerca a la hacienda La Ferreyra, sin necesidad de prolongarlo hasta el sitio de la Planta Hidroeléctrica de Guachinte. En este caso se requeriría la construcción, durante la primera etapa, de una obra adicional, la Toma en el Río Guachinte, para que el canal principal pueda derivar las aguas cerca a la cota 990.00 de las tierras por irrigarse. El presupuesto total del Esquema III quedaría así aumentado en el costo de esta obra. Pero este aumento en el costo final del proyecto, se haría notable, solamente en el caso de construírse la Planta Hidroeléctrica en la segunda etapa, y puede quedar compensado con el menor costo de la primera etapa, además de la previsión que se contempla en esta forma, para el caso de no instalarse la Planta Hidroeléctrica al ejecutar la segunda etapa. El costo de la primera etapa, en este caso, sería el siguiente:

1. Obras de Toma en el Río Timba . . . . $	380,000.oo
2. Canal de Derivación y sus Obras de Paso	518,000.oo

3. Canal Principal y Sistema de Distrib.	$ 960,000.oo
4. Obras de Toma en el Río Guachinte . .	263,000.oo
5. Obras de Drenaje	615,000.oo
	2'736,000.oo
Dirección Técnica é Ingeniería, 10%.....	273,600.oo
Imprevistos, 10%	273,600.oo
COSTO TOTAL PARA LA PRIMERA ETAPA. . . .	$ 3'283,200.oo

Como se puede ver en este caso, el costo de la primera etapa resultaría disminuído en $ 574,800.oo con relación al costo de la misma etapa que se ha considerado anteriormente.

El posible desarrollo a que nos referimos en las líneas anteriores, se ha incluído aquí como una sugerencia, que debe tenerse en cuenta y estudiarse más en detalle al efectuar el proyecto definitivo de irrigación.

A la luz de los diferentes factores físicos que se han estudiado para preparar este anteproyecto, resulta que el Esquema III es el más económico a la larga, y recomendamos por eso que el proyecto se desarrolle según el sistema propuesto en dicho esquema. Sin embargo, existen muchos otros factores que no pueden entrar en la confección de un anteproyecto, por tratarse de factores que pueden variar mucho con el tiempo. Nos referimos especialmente al sistema que se adopte para financiar las obras cuando se decida su construcción, el que a su vez depende de las personas ó instituciones que se interesen en la ejecución del proyecto. Estos factores variables pueden ser decisivos en la selección final del esquema de desarrollo, y deben tenerse en cuenta al preparar el proyecto definitivo. Por eso incluímos en este informe los diferentes esquemas posibles de desarrollarse de acuerdo a las condiciones físicas de la región, indicando al mismo tiempo las probables combinaciones de algunos de dichos esquemas.

En todo caso, un proyecto final, basado en estudios más precisos sobre las condiciones hidrológicas de la cuenca del Río Timba, y teniendo en cuenta el método de financiación de las obras y otros factores no contemplados aquí, conducirá a la selección de uno de los siguientes sistemas de desarrollo: a) Esquema III; b) Esquema VI; ó c) Una variante del Esquema III.

CAPITULO VI

DISEÑOS

A. Obras de Toma en el Río Timba

Se han estudiado los varios sitios posibles de localización de las obras de derivación del Río Timba, habiéndose adoptado el que se muestra en el Dibujo Nº 16, sitio en el cual existe actualmente un corte que sirve de toma a una acequia de construcción rudimentaria, la que se muestra en la misma figura. Por sus condiciones topográficas, geológicas y de gradiente, el lugar seleccionado reune las características necesarias para la buena ubicación y construcción de las obras de toma, de manera que permitan captar las aguas del Río Timba a una altura suficiente como para obtener una caída de 24 metros en la Planta Hidroeléctrica de Guachinte. Aguas abajo de este sitio, existen otros que también podrían reunir buenas condiciones para la construcción de una toma como la que se requiere, pero la caída de agua para la Planta Hidroeléctrica se vería considerablemente reducida.

El lecho del río en el lugar adoptado tiene una pendiente promedio de 0.003 y está formado por una capa más o menos profunda de conglomerado con arena y cantos rodados.

Como puede verse en los cuadros que se incluyen en el Apéndice A, los aforos en el Río Timba datan solamente de fines de 1946 hasta la fecha, período de observación éste demasiado corto para servir de base en la determinación del caudal máximo que puede presentarse. Para la determinación de dicho caudal, ha sido necesario recurrir al empleo de fórmulas empíricas, basadas en experiencias similares, habiéndose obtenido una descarga máxima probable para el Río Timba de 500 metros cúbicos por segundo, la misma que se ha empleado para el diseño de las diferentes estructuras que forman la toma.

Las obras de toma están constituídas por una presa de derivación, canal de fondo y compuertas de limpia, toma propiamente dicha o regulador para la admisión al canal de derivación, y diques que cierran la sección del río hasta la cota 1030.00, ó sean 1.38 metros por encima del nivel máximo de agua para el caso en que el río descargue 500 metros cúbicos por segundo. La función específica de los diques es defender la toma y Canal de Derivación de los efectos de una creciente máxima probable. El arreglo general de todas estas obras puede verse en el Dibujo Nº 16.

1. Presa de Derivación

Para el presente estudio se ha adoptado un tipo cerrado de presa de derivación, por unir las ventajas de economía a las de funcionamiento automático y simplicidad en la operación del sistema. Como se vé en el Dibujo 16, se trata de una presa de concreto ciclópeo, tipo vertedero, que cierra completamente la sección del río, haciendo que tánto los excesos de agua como los materiales de acarreo y flotantes durante las crecientes, pasen por encima de la cresta. Son muchas las ventajas económicas y de seguridad que reunen estos tipos de presas, pero tratándose de ríos demasiado torrentosos es preferible el empleo de presas abiertas, cuyo funcionamiento en las épocas de estiaje se hace efectivo por medio de compuertas cilíndricas, compuertas de báscula ú otros dispositivos. La información acerca de la cuenca del Río Timba, reunida en el corto período de tiempo que ha tomado la preparación de este informe, nos permite recomendar la presa de tipo cerrado. Puede suceder que para la fecha en que se ejecuten las obras, se hayan presentado condiciones de precipitación pluvial y descargas en el Río Timba mayores que las consideradas para este estudio, y que aconsejen variar el tipo de presa ó modificar el diseño actual. En todo caso, en la preparación de un proyecto definitivo habrá que revisar cuidadosamente las condiciones naturales de la cuenca del Río Timba y completar los datos ob

tenidos hasta ahora, para contar así con una base más sólida en que apoyar el diseño final de la presa de derivación.

Como se vé en el Dibujo Nº 16, la cota del fondo del río en el sitio de la presa de derivación es 1023.00 y la de la cresta de la presa 1025.50 ó sea que la presa tiene una altura total de 2.50 metros. Esta es la altura mínima que se le debe dar a la presa para que en la época de estiaje produzca la suficiente altura hidráulica para derivar las aguas hacia la entrada de la captación. El umbral de la entrada de la captación tiene la cota 1024.20, ó sea 1.20 m más alto que el nivel del piso en el canal de fondo; esta es la diferencia de altura mínima que se recomienda con el objeto de que el canal de fondo y las compuertas de limpia puedan actuar eficientemente. De esta manera, en la época de estiaje las compuertas de limpia permanecerán completamente cerradas y las de captación totalmente abiertas, para poder captar los 11 metros cúbicos por segundo que se requieren para la irrigación ó el total del caudal del río cuando descargue menos de 11 metros cúbicos por segundo. La cota 1025.50 de la cresta de la presa es justamente la necesaria para este funcionamiento. En la estación de avenidas, la abertura de las compuertas de captación habrá que regularla de acuerdo a la cabeza de agua existente, de manera que tomen solamente los 11 metros cúbicos por segundo que se requieren. Cada vez que el canal de fondo se haya llenado con material de acarreo, se abrirán las compuertas de limpia para evacuar dicho material.

Considerando la descarga máxima probable de 500 metros cúbicos por segundo y la gradiente media del Río Timba de 0.003, se calculó con la conocida fórmula de Kutter la altura de agua en el río, aguas abajo de la presa, para esta condición crítica, habiéndose obtenido 3.42 m, ó sea una altura mayor que la de la presa. Esto indica el estado de "sumergencia" para la condición de máxima descarga. Se asumió para este cálculo un largo de 50 m para la presa. Con estos datos se calculó la altura de agua so -

bre la cresta de la presa, para la descarga máxima probable de 500 metros cúbicos por segundo, usando la fórmula de Herschel[x]. Se obtuvo una altura de 3.12 m sobre la cresta de la presa, ó sea la cota 1028.62 para el nivel máximo de agua frente a las obras de toma. Se adoptó así una presa de derivación de 50 metros de largo y 2.50 m de altura.

La presa se ha calculado de manera que sea estable contra la presión hidrostática hacia arriba y contra la percolación a lo largo de la zona de contacto entre la presa y el piso del río. La estabilidad contra la presión hidrostática hacia arriba se comprobó con la conocida fórmula:

$$P = \frac{whl}{L}$$

Donde: P = Presión hidrostática hacia arriba, en un punto a distancia l del orígen de la trayectoria de percolación.

h = Diferencia de niveles aguas arriba y aguas abajo de la presa. La condición más desfavorable se produce cuando el nivel de aguas arriba llega justamente a la altura de la cresta de la presa.

w = Peso unitario del agua.

L = Longitud total de la trayectoria de percolación.

La estabilidad de la presa contra la filtración a lo largo del plano de contacto de la base de la presa con el piso del río, se comprobó por medio del método de percolación compensada de Lane. El factor: percolación compensada dividido por presión hidráulica, para las dimensiones de presa adoptadas, resultó 5.55.

(x) "Hand Book of Hydraulics" por H. W. King, pag. 98.

Para el caso de fundación sobre terreno conglomerado con arena y cantos rodados, Lane recomienda un factor de seguridad de 3 á 4, luego hay amplia seguridad para los efectos de percolación.

La longitud del piso aguas abajo, a partir del pié de la presa, se calculó con la fórmula de Bligh, arrojando un total de 10 metros. Esta sección del piso estará formada por un empedrado de 1.20 m de espesor, con piedras no menores de 0,80 m de alto. A continuación de este piso se construirá un empedrado de 0.60 m de espesor y 20 metros de largo, para proteger el lecho del río.

El perfil de la gola se ha dibujado con la tabla que se dá en la página 338 del "Handbook of Applied Hydraulics" por C. V. Davis, considerando el paramento aguas arriba de la presa con una inclinación de 45° para facilitar el paso del material de acarreo por encima de la cresta.

2. Canal de Fondo y Compuertas de Limpia

El canal de fondo está ubicado sobre el extremo de la márgen izquierda de la presa y corre frente a las compuertas de captación, formando con éstas un ángulo recto. Este canal tiene una longitud total de 50 metros, y está dividido en dos tramos por las compuertas de limpia, las mismas que están ubicadas en la dirección del eje de la presa de derivación. El canal de fondo y las compuertas de limpia tienen por objeto eliminar los materiales arrastrados por la corriente del río, evitando que entren en las compuertas de captación. Los materiales arrastrados por el río, especialmente durante las crecientes, se depositan en el canal de fondo, frente a las compuertas reguladoras, ocupando el espacio comprendido entre las cotas 1023.00 y 1023.60. Al abrir las compuertas de limpia, la alta velocidad concentrada en el canal de fondo, arrastrará hacia aguas abajo de la presa los materiales acumulados. El canal de fondo se ha diseñado de manera que

la velocidad de asentamiento de los materiales, cuando las compuertas de limpia están cerradas, sea de 0.88 metros por segundo, y la velocidad de arrastre, con las compuertas de limpia abiertas, sea de 2.44 metros por segundo. Para estas condiciones, el canal de fondo deberá tener 6.50 metros de ancho y una profundidad máxima de 1.90 m (entre las cotas 1025.50 y 1023.60). La máxima capacidad de arrastre del canal, con la velocidad de 2.44 mts/seg., será de 40.5 metros cúbicos por segundo, lo que requerirá un área total de 8.6 metros cuadrados para las compuertas de limpia. Se usarán dos compuertas radiales de 1.60 m de alto por 2.70 m. de ancho, separadas por un pilar de 1.10 metros de espesor, como se muestra en el Dibujo Nº 16.

El canal de fondo estará formado por el muro frontal de la toma propiamente dicha, que se prolongará a ambos lados para completar los 50 metros de largo necesarios, y por un muro divisorio paralelo al anterior, como se muestra en el Dibujo Nº 16. La plataforma de operación de las compuertas de limpia estará en la cota 1030.00 para defenderla de las máximas avenidas probables.

3. Diques

Los diques, como se indica en el Dibujo Nº 16, irán a ambos lados de la presa de derivación, como una prolongación de ésta, hasta llegar a la cota 1030.00 del terreno, a ambos lados del río. El objeto de estos diques es proteger las compuertas reguladoras y el canal de admisión en el caso de presentarse un caudal máximo probable de 500 metros cúbicos por segundo en el Río Timba, obligando que todo el caudal pase por encima de la presa de derivación. La máxima sección del dique se presentará al pié del río, disminuyendo su altura conforme se aparte a ambos lados del río. Se construirán de relleno compactado de tierra, con el paramento aguas arriba revestido de roca asentada sobre una capa fina de arena. La cresta tendrá 3 metros de ancho y los taludes serán de 2:1.

4. Toma Propiamente Dicha

Las compuertas reguladoras que forman la toma ó admisión al canal de derivación, están ubicadas sobre la márgen izquierda del río y forman un ángulo recto con la dirección del eje de la presa de derivación. Estas compuertas funcionarán sumergidas, y para captar un máximo de 11 metros cúbicos por segundo requieren una área total de 9.10 metros cuadrados. Se usarán cinco compuertas de 1.60 metros de ancho por 1.14 metros de alto cada una, separadas por pilares de concreto reforzado de 0.40 m de espesor, arreglados en la forma indicada en el Dibujo Nº 16. La plataforma de operación estará en la cota 1030.00.

B. Canal de Derivación

Llamamos Canal de Derivación, aquel que tomando las aguas en la fuente de orígen, las conduce hasta el punto más alto de las tierras por irrigarse, punto en el cual se inicia el Canal Principal, que corre a lo largo de la faja más alta de la zona agrícola por irrigarse. En este caso, el Canal de Derivación toma las aguas del Río Timba y las conduce hasta la Planta Hidroeléctrica situada cerca a la estación de Guachinte. Las aguas que salen de la planta hidroeléctrica se juntan con las aguas que vienen de la Planta de Bombeo del Cauca, al cruzar el Río Guachinte como se vé en el Dibujo Nº 17, y cruzan dicho río por medio de un canalizo elevado. Después de cruzar el Río Guachinte, en la cota 990.00, se inicia el Canal Principal, el mismo que termina en su desague al Río Cauca, paralelamente al camino que vá a Puerto Tejada.

Según hemos visto en el Capítulo II, las aguas del Río Timba deberán irrigar 13,000 hectáreas, con un coeficiente de riego máximo, para el mes de Julio, de 0.85 litros por segundo y por hectárea. Luego la demanda de agua de regadío para el mes de Julio será:

0,85 x 13,000 = 11 metros cúbicos por segundo.

Las Obras de Toma en el Río Timba y el Canal de Derivación se diseñarán para una capacidad máxima de Q = 11 m^3/seg.

Según el esquema adoptado, como hemos visto en el Capítulo V, la deficiencia de agua en el Río Timba se suplirá por medio de bombeo del Río Cauca. Pero en años de abundancia, como el de 1947, será posible derivar del Río Timba toda el agua que se requiera para la irrigación, ó sean 11 m^3/seg., razón por la que es necesario construír tánto las Obras de Toma como el Canal de Derivación para dicha capacidad. Además se ha supuesto, para la solución adoptada, que la Planta Hidroeléctrica tendrá capacidad máxima para 11 m^3/seg, dotación que podrá recibir durante nueve meses del año, como se verá más adelante.

1. Trazo y Secciones Típicas

Como podemos ver en los Dibujos 8, 9, 10, 11 y 12, el Canal de Derivación se ha trazado sobre los planos a escala 1: 5,000 que se confeccionaron con tal propósito. Después de efectuar diversos trazos preliminares sobre los planos en referencia, se adoptó la gradiente de 0,0008 para toda la longitud del Canal de Derivación, obteniéndose así una caída de 24 metros para la Planta Hidroeléctrica de Guachinte. La gradiente uniforme en todo el canal tiene además la ventaja de facilitar el revestimiento, pues así se obtiene una sección uniforme a todo lo largo. Este canal irá revestido en toda su longitud, con concreto de 2" de espesor, aplicado con el sistema "Gunite". Se evitarán así excesivas pérdidas por filtración, a la vez que se obtendrá agua más limpia para la Planta Hidroeléctrica. Las características hidráulicas de la sección son como sigue:

Capacidad:	Q = 11 m^3/seg.
Gradiente:	s = 0.0008

Coeficiente de Rugosidad:	n = 0.015
Taludes:	= 1:1
Velocidad:	V = 1.79 m/seg.
Area:	A = 6.16 m^2
Altura:	d = 1.76 m
Ancho de la base:	b = 1.80 m
Ancho de la Superf. de agua:	T = 5.32 m
Perímetro mojado:	P = 6.77 m
Altura libre:	f = 0.90 m
Radio Hidráulico:	R = 0.92 m
Perímetro de revestimiento:	P = 8.00 m

La Sección típica se muestra en el Dibujo Nº 8.

2. Excavación y Revestimiento

El Canal de Derivación tiene una longitud total de 12,175 metros, desde la toma hasta la planta hidroeléctrica, y en su mayor longitud corre en media ladera. El canal de salida de la Planta Hidroeléctrica, tiene 600 metros de longitud, desde la planta hasta el canalizo que cruza el río Guachinte. Con el objeto de calcular el volúmen de excavación total, se dibujó el perfil longitudinal del canal y secciones transversales cada 200 metros, con lo que se obtuvo un volúmen total de excavación de 120,000 m cúbicos para el canal hasta la Planta Hidroeléctrica. El área total de revestimiento será de 97,400 metros cuadrados.

Las características del canal de salida de la planta hidroeléctrica hasta el cruce del río Guachinte, son las siguientes:

Longitud:	600 m
Q:	11 m^3/seg.
s:	0.0002
n:	0.015
Taludes:	$1\frac{1}{2}$: 1
V:	0.97 m/seg
A:	11.40 m^2
d:	1.40 m
b:	6.10 m
P:	11.15 m
f:	1.20 m
R:	1.03 m

La sección típica de este canal se muestra en el Dibujo Nº 11.

Volúmen de excavación: 32,400 m^3
Revestimiento: 7,980 m^2

3. Estructuras de Paso

Las siguientes serán las estructuras de paso necesarias para el canal de derivación:

1 Desarenador-aliviadero en el Km 2.900
1 Puente carretero en el Km 3.300
1 Puente carretero en el Km 5.000
1 Puente carretero en el Km 10.900
1 Puente ferrocarrilero el el Km 5.650
1 Canalizo para cruzar la quebrada del Km 8.750
1 Sifón aliviadero en el Km 8.750

1 Canalizo para cruzar el Río Guachinte

1 Desarenador-aliviadero en el Km 12.175

10 Estructuras de Drenaje para cruzar drenes naturales.

Las diferentes estructuras se han diseñado con los procedimientos y fórmulas conocidos en hidráulica y estructuras, teniendo en cuenta además las características de diseño que recomienda el U. S. Bureau of Reclamation, de acuerdo a sus recientes desarrollos. Los puentes carreteros se han diseñado según los Modelos de Obras de Arte para Carreteras Nacionales, publicado en 1.936 por el Ministerio de Obras Públicas. En los Dibujos Nos.19 y 20 podemos ver las diferentes estructuras típicas que se indican en la lista anterior. Como se puede apreciar en el dibujo,el desarenador aliviadero es una estructura que combina la acción de aliviadero de sifón automático con la de desarenador de compuertas. El sifón automático funcionará permanentemente, protegiendo el canal aguas arriba de dicha estructura contra cualquier aumento intempestivo de agua. Las compuertas de limpia que contiene la misma estructura, servirán para desarenar y limpiar el canal de los materiales que puedan acumularse, especialmente durante las épocas de crecientes, en que el agua acarrea limos,arena, piedras, etc.; las compuertas se han calculado de manera que por ellas pueda vaciarse el caudal total del canal con una velocidad de 3.90 m/seg. El nivel de agua en la cámara que contiene las compuertas, cuando éstas están abiertas, bajara a un nivel inferior al del fondo del canal, de manera que toda el agua pasará a través de las compuertas.

4. Cruce del Río Guachinte

En el Dibujo Nº 17 se muestra el sitio donde se cruzará el Río Guachinte, por medio de un canalizo elevado de concreto reforzado, similar al que se usará para cruzar el Río Claro. La longitud de este canalizo será de 40 metros, y las secciones de transición y demás características de diseño serán semejantes a

las que se muestran en el Dibujo Nº 18.

C. Canal Principal

Como se ha dicho anteriormente, llamamos Canal Principal aquel que partiendo de la cota 990.00, cerca al Río Guachinte, corre a lo largo de la línea más alta de la zona de riego, dominando toda el área irrigable y terminando en su extremo inferior que desagua al Río Cauca, cerca al puente del Hormiguero. Véanse los Dibujos 14 y 15.

La longitud total del Canal Principal es de 29 kilómetros, y su trazo se efectuó sobre los planos de la zona a escala 1 : 20,000. La ubicación final del Canal Principal se obtuvo después de efectuar varios tanteos en los planos topográficos, teniendo en cuenta las diferentes características de relieve que se muestran en dichos planos. Como puede observarse en éstos, la faja de terreno sobre la cual corre el Canal Principal, tiene pendientes transversales muy suaves. Para los efectos de diseño de las secciones del canal, podemos considerar el terreno como si fuera prácticamente plano. Con el objeto de facilitar la derivación de agua de este canal a los canales laterales, es necesario diseñar las secciones del Canal Principal de manera de mantener la superficie de agua en el canal por encima de la superficie del terreno. Para conseguir esta condición, vamos a considerar las secciones del canal para corte y relleno balanceado, permitiendo un volúmen de corte 10% mayor que el volúmen de relleno, para proveer así el exceso de compactación que se produce al apisonar el relleno efectuado con material de corte. Como se vé en los Dibujos Nos. 14 y 15, la superficie de agua en la mayor parte del canal irá por encima de la superficie del terreno. Es probable que al efectuar el replanteo de la línea central del Canal Principal, para su construcción, convenga reconsiderar el diseño de las diferentes secciones, de manera de obtener las mayores ventajas posibles de la topografía del terreno. Pero para los efectos de este

anteproyecto, nos limitaremos a considerar el principio de corte y relleno balanceado en el diseño de las secciones a todo lo largo del canal.

De las 13,000 hectáreas de tierras que cubre el proyecto, 10,454 hectáreas quedan sobre la márgen izquierda del Río Guachinte y 2,546 hectáreas sobre la márgen derecha del mismo Río, hasta la población de Robles. Luego el Canal Principal, a partir de la cota 990,00, tendrá la capacidad necesaria para regar 10,454 hectáreas ó sea Q = 8.9 metros cúbicos por segundo. Las 2,546 hectáreas que quedan sobre la márgen derecha, se regarán con un canal que sale del Canal de Derivación, justamente antes de cruzar el Río Guachinte, como se puede ver en el Dibujo Nº 14. A este último canal lo vamos a denominar Lateral Nº 1, y su capacidad será de 2.10 metros cúbicos por segundo. Al tratar del sistema de distribución daremos sus diferentes características.

1. Capacidad de los Diferentes Tramos

Del Canal Principal salen siete canales laterales, luego podemos dividirlo en ocho tramos diferentes, desde su extremo superior en la cota 990.00 hasta su extremo inferior. Para el primer tramo, desde el Km 0.000 hasta el Km 1.500, donde se bifurca el primer lateral, denominado Lateral Nº II, la capacidad del canal lateral será de 8.90 metros cúbicos por segundo. Desde el Km 1.500 hasta el Km 6.700, donde sale el Lateral Nº III, la capacidad se disminuye en el caudal que toma el Lateral Nº II. Y así sucesivamente hasta el último tramo. La capacidad de cada tramo se ha disminuído solamente en el caudal de agua tomado por los laterales anteriores a dicho tramo, sin descontar las pérdidas por conducción desde la toma en el Río Timba. Se ha procedido así con el objeto de proveer el Canal Principal de una cierta capacidad adicional, que permite operar el sistema total de irrigación con un márgen de elasticidad, como se dijo en el Capítulo V. En el cuadro que se incluye más adelante, se muestran las capaci

dades para los diferentes tramos.

2. Secciones Típicas

En los Dibujos 14 y 15 se muestran las secciones típicas de los diferentes tramos del Canal Principal.

El Canal Principal vá sin revestir en toda su longitud, razón por la cual se ha adoptado un coeficiente de rugosidad igual a 0.0225 para su diseño. Con el objeto de evitar la erosión ó el asentamiento de limo en el canal, se ha considerado una velocidad constante de 0.70 metros por segundo a todo lo largo del canal. El ancho del fondo será igual a tres veces el tirante de agua, en todos los diferentes tramos del canal, relación ésta que consideramos apropiada para obtener un nivel de agua en el canal suficientemente alto respecto al nivel del terreno. Al efectuar el estudio definitivo, habrá que levantar el perfil longitudinal del canal, a lo largo de su eje central y, comparándolo con la razante de la superficie de agua y la razante del fondo del canal, establecer con mayor exactitud la relación que debe considerarse entre el ancho del fondo y el tirante de agua, para los diferentes tramos del canal. Para los efectos del presente estudio, bastará considerar la relación a que nos referimos más arriba, llamando la atención sobre la necesidad de reconsiderar este aspecto del diseño, con relación al perfil del terreno, al efectuarse un estudio definitivo. Los taludes serán de 1.5 : 1.

Las características para los diferentes tramos del canal son como sigue:

TRAMO	LONG	Q	A	d	b	R	T	s	t	f
	m	m3/sg.	m2	m	m	m	m		m	m
R. Guach. K 0.4	600	8.90	12.70	1.40	7.00	1.05	11.70	0.0002	2.50	1.00
K 0.4 á 1.5	1100	8.90	12.70	1.68	5.04	1.15	10.10	0.0002	1.80	1.00
K 1.5 á K 6.7	5200	6.86	9.80	1.48	4.44	1.00	8.88	0.00026	1.60	0.90
K 6.7 á K 6.85	150	6.37	CANALIZO SOBRE EL RIO CLARO							
K 6.85 á K 10.0	3190	5.11	7.30	1.28	3.84	0.86	7.68	0.0003	1.30	0.85
K 10.0 á K 13.0	3000	1.81	2.59	0.76	2.23	0.52	4.65	0.0006	1.30	0.65
K 13.0 á K 17.5	4500	1.16	1.66	0.62	1.36	0.40	3.72	0.00077	1.00	0.60
K 17.5 á K 22.0	4500	0.93	1.32	0.54	1.62	0.37	3.24	0.00097	1.00	0.50
K 22.0 á K 29.0	7000	0.26	0.37	0.28	0.84	0.20	1.68	0.0027	0.80	0.25

V = Constante = 0.70 m/seg.

Coeficiente n = 0.0225

Taludes = 1.5 : 1

3. Estructuras de Paso - Excavación

En el cuadro siguiente presentamos un resumen de las diferentes estructuras de paso que se requieren para los distintos tramos del Canal Principal, así como los volúmenes de excavación para los mismos. Los volúmenes de corte se han computado con las áreas calculadas de manera de compensar cortes con rellenos, según el principio a que hemos hecho referencia anteriormente.

TRAMO	EXCAVACION M3	CRUCES DE DRENES	CRUCES DE RIOS	PUENTES F.F. C. C.	PUENTES CARRETR
R. Guach. K 0.40	20,800	---------	---------	-------	-------
K 0.4 á K 1.5	15,300	2	---------	-------	-------
K 1.5 á K 6.7	37,400	8	---------	2	2
K 6.7 á K 6.85	1,000	---------	R. Claro.	-------	-------
K 6.85 á K 10.0	19,700	3	---------	1	1
K 10.0 á K 13.0	8,640	5	---------	-------	1
K 13.0 á K 17.5	7,800	4	R. Jamundí	-------	-------
K 17.5 á K 22.0	6,000	4	R. Pance.	1	-------
K 22.0 á K 29.0	3,080	1	---------	-------	1
T O T A L E S	119,720	27	3	4	5

Las diferentes estructuras a que se refiere el cuadro anterior, van ubicadas en la siguiente forma:

Canalizo de concreto reforzado para cruzar el Río Claro, K 6,700
Canalizo de concr.reforzado para cruzar el Río Jamundí, K 14,400
Canalizo de concreto reforzado para cruzar el Río Pance, K 21,700
Desarenador-aliviadero a la entrada canalizo Río Claro, K 6,700
Sifón-aliviadero . . . . . .K 10,500
Puente ferrocarrilero. . . . . .K 2,600
Puente ferrocarrilero. . . . . .K 4,300
Puente ferrocarrilero. . . . . .K 9,400
Puente ferrocarrilero. . . . . .K 21,600
Puente Carretero . . . . . .K 2,600
Puente carretero . . . . . .K 4,300
Puente carretero . . . . . .K 10,200
Puente carretero secundario. . . . . .K 12,000
Puente carretero . . . . . .K 26,900
27 cruces con drenes naturales en diferentes puntos.

Todas las estructuras de paso para el Canal Principal se han diseñado en la misma forma que las estructuras de paso para el Canal de Derivación teniendo en cuenta naturalmente las características hidráulicas para cada caso.

4. Cruce del Río Claro

Como puede verse en el Dibujo Nº 18, el Río Claro se cruzará con un canalizo elevado de concreto reforzado, de 140 metros de longitud. El canalizo se ha diseñado para una velocidad de 2.44 metros por segundo y gradiente de 0.00273. En el mismo Dibujo se muestra la sección de transición a la entrada del canalizo, que tiene 9.15 metros de largo. La transición a la salida será igual. En el diseño de la sección de transición se ha considerado la superficie de agua como una curva reversa, y los taludes variando gradualmente desde 1.5:1 hasta 0:1 en su conección con el canalizo. La altura libre se consideró igual a la del canalizo, ó sea 0.37 metros.

D. Sistema de Distribución

El sistema de distribución de aguas en un proyecto de irrigación, está formado esencialmente de los canales necesarios para la conducción del agua a todos los lugares del área irrigable, y de las estructuras requeridas para la regulación, división y derivación del agua.

Una de las consideraciones más importantes en el planeamiento de un sistema de distribución, es la necesidad de ajustar la posición de los canales laterales y especialmente de los sublaterales y distributarios, con respecto a la superficie del terreno, de manera que el nivel de agua en ellos esté a suficiente altura sobre la superficie del terreno como para poder derivar el agua y conducirla hasta los puntos más elevados de los límites superiores de las áreas correspondientes, y si fuera posible, permitir la instalación de medidores en los puntos de derivación. Los canales que forman el sistema de distribución se construyen generalmente en terreno plano, y es necesario diseñarlos de manera de acarrear un caudal de agua tan grande como sea posible por encima de la superficie de las tierras adyacentes. Así por ejemplo, para los canales distributarios es necesario considerar una diferencia entre el nivel de agua en el canal y el punto más alto del área correspondiente a cada distributario, de por lo menos 15 centímetros más la cabeza necesaria para llegar al punto más elevado del área con una gradiente relativamente suave. Para llenar esta condición, el canal principal y la mayor parte de canales laterales se construyen de manera que su sección quede en el terreno a una profundidad que por lo menos dé un volúmen de excavación igual al volúmen de relleno necesario para hacer los terraplenes ó banquetas a los lados del canal. Los canales sublaterales y distributarios, que generalmente conducen caudales relativamente pequeños, requieren casi siempre un pequeño exceso de material de relleno, que debe obtenerse de préstamo a ambos lados del canal y preferentemente de puntos elevados del área adya

cente; para distributarios con caudales muy pequeños, usualmente se requiere el empleo de compuertas de retención para llenar esta condición.

Debe tenerse en cuenta que para una sección de corte y relleno balanceado en terreno plano, una sección de poca profundidad conducirá mayor volúmen de agua por encima de la superficie del terreno que una sección profunda.

Sobre los planos a escala 1 : 20,000 (Dibujos 14 y 15), se han trazado los canales laterales y sublaterales que forman parte del sistema de distribución, aprovechando en lo posible las condiciones topográficas que alcanzan a mostrarse en dichos planos. En otra sección de este informe, se habla de la necesidad de planear el sistema completo de distribución, sobre planos topográficos más detallados. Esto se refiere especialmente a los canales sublaterales y distributarios que llevan directamente el agua a las diferentes parcelas de tierra. En realidad, la ubicación de los canales laterales variará muy poco al planear el sistema definitivo de distribución de aguas, no así los sublaterales y distributarios, para cuya ubicación final es necesario tener en cuenta todo lo que hemos dicho más arriba, considerando además los factores a que nos hemos referido en el Capítulo IV. La ubicación de sublaterales que se muestra en los dibujos en referencia, se ha efectuado teniendo en cuenta solamente los detalles topográficos que muestran los planos y es muy probable que la ubicación final y las características de la mayor parte de ellos varíe notablemente. En todo caso, la forma en que se presentan actualmente nos sirve de base para estimar aproximadamente su costo.

1. Canales Laterales

Las secciones transversales para estos canales se han diseñado, al igual que las del Canal Principal, sobre la base de excavación y relleno balanceado. Como podemos observar en los Dibujos Nos. 14 y 15, el nivel de agua en todos los canales latera

les estará por encima del nivel del terreno.

La gradiente del terreno, a lo largo de los canales, es bastante pronunciada en relación con la gradiente considerada para los canales mismos, razón por la cual se ha procurado dar el máximo de pendiente permisible a los diferentes laterales, sin sacrificar cabeza de agua y manteniendo siempre una velocidad inferior a la de erosión. En esta forma se ha reducido al mínimo el número de estructuras de caída requeridas para vencer los excesos de pendiente. Para todos los canales laterales se ha adoptado la relación b = 3d, como se hizo para el diseño del Canal Principal, y taludes 1.5 : 1.

Se ha denominado Lateral Nº I a aquel que sale directamente del Canal de Derivación, justamente antes de cruzar el Río Guachinte, y que tomará el caudal necesario para irrigar las 2,546 hectáreas que quedan sobre la márgen derecha del Río Guachinte, como se puede observar en el Dibujo Nº 14.

El Lateral Nº II se ha dividido en dos tramos: uno que vá desde su bocatoma en el Canal Principal hasta encontrar al Río Guachinte, y otro desde dicho punto hasta su extremo inferior en su desembocadura al Río Cauca, como puede verse en el Dibujo Nº14. Este lateral cruzará el Río Guachinte por medio de un canalizo elevado pequeño.

2. Características de los Diferentes Laterales.

En el cuadro de la siguiente página se muestra un resúmen de las características de los diferentes canales laterales.

Las secciones típicas para estos canales, se muestran en los Dibujos Nos. 14. y 15.

L A T E R A L	Q m3/sg.	LONG K	V m/sg	A m2	d m	b m	T m	R m	s	t m	f m
I	2.10	6.00	0.73	2.88	0.80	2.40	4.80	0.55	0.0006	1.50	0.40
II (1er. tramo)	2.86	4.90	0.83	3.42	0.87	2.60	5.20	0.60	0.0007	1.20	0.35
II (2do. tramo)	1.20	3.00	0.70	2.00	0.67	2.00	4.00	0.45	0.0007	1.00	0.30
III	0.78	6.20	0.65	1.20	0.50	1.50	3.00	0.36	0.0010	0.80	0.30
IV	1.68	6.60	0.84	2.00	0.67	2.00	4.00	0.45	0.0010	0.60	0.30
V	4.62	9.60	0.86	5.40	1.10	3.30	6.60	0.74	0.0005	1.20	0.40
VI	0.91	6.00	0.73	1.30	0.54	1.62	3.24	0.36	0.0010	0.60	0.20
VII	0.32	4.10	0.62	0.60	0.38	1.15	2.30	0.25	0.0010	0.50	0.15
VIII	0.94	4.50	0.73	1.30	0.54	1.62	3.24	0.36	0.0010	0.60	0.20

Coeficiente de Rugosidad n = 0.0225

Taludes = 1.5 : 1

b = 3d

3. Estructuras de Paso

El mayor número de estructuras de paso para los canales laterales, se refiere a caídas para vencer los excesos de pendiente a lo largo de sus perfiles longitudinales. En el Dibujo Nº 19 se muestra una caída típica, como las que se usarán para estos canales. Se requerirán también algunos puentes carreteros y de ferrocarril, similares a los diseñados para el Canal Principal. Los laterales pequeños, como el Lateral Nº III y el Nº VII, cruzarán la línea del ferrocarril ó cualquier carretera a su paso, con una alcantarilla standard como las que se emplean en estos casos. El diseño de las diferentes estructuras se ha efectuado de la misma manera que las de los otros canales. Además de las estructuras mencionadas, cada canal lateral necesita una bocatoma para tomar el agua del Canal Principal. El Dibujo Nº 19 nos muestra una bocatoma típica para estos canales. Las bocatomas se han diseñado de acuerdo a las recomendaciones del U. S. Bureau of Reclamation, habiéndose cubicado y presupuestado las de los diferentes laterales por separado.

En el cuadro de la siguiente página se indican las estructuras y volúmenes de corte para los diferentes canales laterales.

4. Canales Sublaterales

Como se ha dicho anteriormente, sobre los planos a escala 1 : 20,000 se ha trazado el sistema de canales sublaterales, siguiendo los cursos indicados por la topografía del terreno. Sobre los mismos planos se han medido las longitudes de los diferentes sublaterales, arrojando en conjunto un total de 106 kilómetros de canales. Una estimación aproximada de la excavación de dichos canales nos ha dado 47,000 metros cúbicos de corte. Se requerirán además 50 bocatomas para tomar el agua de los canales laterales, y otras estructuras más, como medidores, cruces con dre

LATERAL	Q m3/sg	LONG K	EXCAV. m3	CRUCES CON F.F. C.C.	CRUCES CON CARRET.	CRUCES CON DRENES	Nº CAIDAS DE 2 m.	OBRAS DE BOCAT.
I	2.10	6.00	12,120	----	----	2	7	1
II (1er. tramo)	2.86	4.90	9,500	----	1	----	7	1
II (2do. tramo)	1.20	3.00	4,760	----	----	1	1	----
III	0.78	6.20	6,450	----	1	----	7	1
IV	1.68	6.60	7,250	----	1	----	7	1
V	4.62	9.60	34,600	1	1	----	9	1
VI	0.91	6.00	5,220	1	1	----	7	1
VII	0.32	4.10	1,720	1	----	3	----	1
VIII	0.94	4.50	3,910	----	1	----	5	1
TOTALES		50.90	85,530	3	6	6	50	8

nes naturales, pequeños puentes, canalizos de madera para cruzar algunas quebradas, etc.

E. Planta Hidroeléctrica de Guachinte

Como se ha visto en el Capítulo V, la solución adoptada para el Canal de Derivación contempla la instalación de una Central Hidroeléctrica que, con las aguas derivadas del Río Timba, aprovechará una caída de 24 metros, justamente antes de cruzar el Río Guachinte. (Véase el Dibujo Nº 17).

1. Características Generales de la Planta.

El período de aforos en el Río Timba es demasiado corto para que pueda servir de base en el diseño de la planta hidroeléctrica. Usaremos para ello las descargas que se calcularon para el año más seco en cinco años, cuyos valores se indican en el Dibujo II que se acompaña al Capítulo II. Según podemos observar en dicho diagrama, con excepción de los meses de Julio, Agosto y Septiembre, el resto del año se podrán derivar 11 metros cúbicos por segundo del Río Timba, es decir, que la Planta Hidroeléctrica podrá operarse a máxima capacidad durante nueve meses del año. Con una caída total de 24 metros, la capacidad máxima de la planta será de 2,110 KW. Se adoptará como capacidad máxima de la planta 2,000 KW, para usar dos unidades generadoras standard de 1,000 KW (1,250 KVA) cada una. Las características generales de la planta serán como sigue:

Capacidad adoptada = 2,700 HP = 2,000 KW (2,500 KVA), repartidos en dos unidades gemelas.

Cada unidad será como sigue:

Colocación vertical de la unidad turbogeneradora.

Turbina de 1,350 HP, 360 r.p.m., h = 69'
Tipo de reacción, eje vertical.
Entrada del agua radial y salida axial. Cámara espiral.

- Generador de 1,000 KW (1,250 KVA),360 r.p.m., montado sobre el mismo eje vertical de la turbina.
-Corriente alterna, trifásico, 60 ciclos. cos Ø = 0.8
Exitatriz 16.5 KW.

2. Producción Anual de Energía

Considerando los caudales indicados para el año más seco en cinco años del Dibujo II, y teniendo en cuenta la capacidad

máxima de la planta, la producción anual de energía será:

Enero	:	1'488,000	KWH
Febrero	:	1'392,000	"
Marzo	:	1'488,000	"
Abril	:	1'440,000	"
Mayo	:	1'488,000	"
Junio	:	1'440,000	"
Julio	:	1'142,000	"
Agosto	:	856,000	"
Septiembre	:	830,000	"
Octubre	:	1'488,000	"
Noviembre	:	1'440,000	"
Diciembre	:	1'488,000	"
	TOTAL =	15'980,000	KWH

3. Tubería de Presión y Soportes

Según el perfil tomado a lo largo de la línea que recorre la tubería de presión, ésta tendrá una longitud de 192 metros. La tubería se ha diseñado para una capacidad de 11 metros cúbicos por segundo y velocidad de 4.27 metros por segundo, lo que dá un diámetro de 72 pulgadas. Esta clase de tubería pesa 192 libras por pié lineal, ó sea un peso total de 55,200 kilogramos.

En cuanto a los soportes, se han diseñado para luces de tres metros, requiriéndose un total de 190 metros cúbicos de concreto para todos los soportes. Antes de la entrada a la tubería de presión, se construirá un desarenador-aliviadero, como se indica en el Dibujo Nº 17.

4. Casa de Máquinas

Para la casa de máquinas se ha supuesto una superficie

de construcción de 20 x 20 metros. El nivel de agua a la entrada a la tubería de presión, tiene la cota 1015.60, y a la salida de la casa de máquinas, la cota 991.60. La superficie del terreno en el lugar donde está ubicada la casa de máquinas, tiene la cota 995.50, luego para que el agua pueda salir en la cota 991.60, la casa de máquinas deberá construírse por debajo de la superficie del terreno; el piso de la casa de máquinas estará en la cota 990.00

En el Dibujo Nº 20 se muestra un esquema del conjunto de la Planta Hidroeléctrica.

F. Planta de Bombeo en el Río Cauca.

La planta de bombeo estará situada a orillas del Río Cauca, en el lugar indicado en los dibujos Nos. 12 y 21. Se aprovecha así una característica topográfica de ése lugar, en que la loma se extiende hasta muy cerca del río, lo que permitirá elevar el agua del Cauca por medio de bombas, con una tubería de presión relativamente corta. El terreno ribereño, en el sitio seleccionado para la planta de bombeo, ha sido removido por una draga de una compañía lavadora de oro, por lo que en la actualidad se encuentra sin suficiente consolidación. La mayor parte del terreno está formado por piedras rodadas, de tamaños variables, algunas de ellas hasta de varias toneladas de peso. Con el correr del tiempo, dicho terreno puede consolidarse y constituír así una base firme para instalar la planta de bombeo y construír el tramo de canal que vá desde la planta hasta el pié de la loma. Pudiera suceder igualmente, que una creciente considerable del Río Cauca remueva dicho terreno inestable. En todo caso, la planta de bombeo se construirá diez o doce años después de haber derivado las aguas del Río Timba, ó sea en la segunda etapa de desarrollo del proyecto, lo que dá un amplio período de tiempo para poder seleccionar la ubicación final de la planta. La ubicación que se muestra hoy, tiene por objeto determinar aproximadamente el es-

quema de desarrollo del proyecto, y poder estimar al mismo tiempo el costo razonable del mismo, de acuerdo al orden de exactitud requerido por un anteproyecto. Para la fecha en que se construya la planta de bombeo, se elaborarán planos más exactos de la zona, y se seleccionará la ubicación final de la planta, de acuerdo a las características que para entonces presente el terreno en dicho lugar, las que seguramente habrán variado notablemente por efecto de las lluvias y de las crecientes del Río Cauca.

1. Características

Como se dijo en el Capítulo II al tratar de las demandas de riego, la máxima deficiencia de agua para el año más seco en 20 años, se producirá en el mes de Agosto y a razón de 5.50 m cúbicos por segundo (Véase Dibujo Nº IX en el Capítulo II). La planta de bombeo se diseñará para una capacidad máxima de seis m cúbicos por segundo, y el nivel de agua a la salida de las bombas será 992.00. En el sitio de bombeo, el nivel de agua en el río varía entre un mínimo de 988.00 y un máximo de 989.20, ó sea que la máxima altura de bombeo será 4.00 metros. En realidad, estos niveles se han estimado aproximadamente. Para preparar el diseño definitivo en el futuro, habrá que instalar una mira en el sitio de bombeo y observar las variaciones de nivel directamente, durante por lo menos un año. Los datos así obtenidos permitirán definir exactamente el tipo de bomba y planear la protección que debe hacerse con diques.

2. Tipos de Bombas y Motores

Con los datos anteriores y con un plano detallado del sitio de bombeo, se solicitó de la Compañía Técnica Comercial Limitada, (Comteco Ltda.) de Bogotá, representante de los equipos de bombeo Sulzer, nos recomendaran y cotizaran el equipo de bombeo más apropiado para el caso. La Comteco consultó con su repre

sentada en Suiza, quienes recomendaron el equipo cuyas caracte - rísticas anotamos a continuación:

4 Bombas centrífugas Sulzer, tipo axial AP65SnN, de eje horizontal, con capacidad de 1500 litros por segundo cada una, altura estática máxima 4 metros, altura manométrica total máxima cinco metros, velocidad 450 r.p.m., fuerza absorbida en el eje de la bomba 115 HP.

4 Válvulas de regulación, diámetro 80 cms.

4 Trampas de salida, al final de la tubería de impulsión, diámetro un metro.

4 Motores eléctricos trifásicos OERLIKON de eje horizontal para acoplamiento directo con las bombas, con reductores de velocidad de 120 HP cada uno, velocidad del motor 1765 r.p.m., velocidad del reductor 1765/450 r.p.m., tensión 380 voltios, frecuencia 60 ciclos.

1 Tablero eléctrico de mando OERLIKON para los cuatro grupos electrobombas, compuesto de cinco paneles de 60 cm de ancho, un panel para la llegada de corriente de 380 voltios, cuatro salidas hacia los motores de 120 HP, un panel para los servicios auxiliares, incluyendo un interruptor en baño de aceite, cuatro interruptores al aire S 400, cinco amperímetros, cinco interruptores de cuchillas tripolares, quince fusibles, un voltímetro, un watímetro y un contador.

1 Grupo electrobomba de vacío Sulzer, tipo SLP 1 esc.12-4-10D, de 3440 r.p.m., con su motor eléctrico trifásico directamente acoplado, de 8 HP, todo montado sobre placa de base común, la bomba con vacúmetro y robinete, recipiente de agua de 45 litros, válvula de retención, cuatro valvulitas de retención a bolilla y cuatro tuberías de evacuación de aire con robinetes.

En el Dibujo Nº 21 se muestran las diferentes unidades que formarían el equipo de bombeo, así como su ubicación y acomodamiento.

Durante los primeros años de la segunda etapa de desarrollo del proyecto, es probable que se requiera la instalación

de sólo dos unidades con capacidad total para tres metros cúbicos por segundo. Cuando las necesidades agrícolas de la región justifiquen la ampliación de la planta, se instalarían las otras dos unidades. La casa de máquinas y demás instalaciones se construirían inicialmente para poder recibir las cuatro unidades, y el canal que debe conducir las aguas desde la planta de bombeo hasta el Río Guachinte se construiría también para su capacidad total de seis metros cúbicos por segundo.

3. Canal desde la Planta de Bombeo Hasta el Cruce con el Río Guachinte.

Este Canal, como se muestra en los Dibujos 10, 11 y 12, tiene una longitud total de 8850 metros, desde su arranque en la cota 992.00 cerca al Río Cauca, hasta el cruce del Río Guachinte. Además hay 250 metros de canal entre la Planta de Bombeo y el punto K 0 del canal, como puede verse en el Dibujo Nº 21. Estos 250 metros de canal habrá que construírlos sobre terreno completamente pedregoso y movido por las dragas de una compañía lavadora de oro. Parte de este tramo de canal irá en relleno y parte en corte, y deberá revestirse de concreto en toda su longitud.

Desde el K 0 hasta el K 6.5, el canal se construirá prácticamente en media ladera, y en terreno plano desde aquí hasta el K 8.850. Las características del canal son las siguientes:

	Media Ladera	Terreno Plano
Q :	6.00 m^3/seg.	6.00 m^3/seg.
s :	0.0002	0.00025
n :	0.015	0.0225
V :	0.97 m/seg.	0.70 m/seg.
A :	6.20 m^2	8.56 m^2

	Media Ladera	Terreno Plano
d :	1.75 m	1.65 m
b :	1.80 m	2.44 m
T :	5.30 m	7.40 m
p :	6.75 m	8.40 m
f :	0.75 m	0.80 m
R :	0.92 m	0.96 m

Las secciones típicas correspondientes se muestran en el Dibujo Nº 12.

Los 6500 metros de canal en media ladera, se revestirán con concreto por el método "Gunite", al igual que el Canal de Derivación. Los 2350 metros de canal en terreno plano serán sin revestir y con taludes 1.5 : 1.

Para este canal, desde la Planta de Bomebo hasta el K. 8.850, tenemos lo siguiente:

Corte en Media Ladera	: 55,800 m^3
Corte en Terreno Plano	: 13,950 "
Relleno	: 26,000 "
Revestimiento	: 50,700 m^2

5 Puentes Carreteros

1 Cruce Ferrocarril

10 Cruces con Drenes Naturales.

Los 26,000 metros cúbicos de relleno, se refieren especialmente a los 250 metros de Canal entre la Planta de Bombeo y el K 0, y a varias quebradas de relativa importancia que debe cruzar el canal en su recorrido.

C A P I T U L O VII

PRESUPUESTOS

Los siguientes precios unitarios han servido de base para presupuestar las diferentes obras del proyecto:

Excavación general en terreno quebrado (Incluye relleno y apisonado)	$ 2.20	m^3
Excavación general en terreno plano (Incluye relleno y apisonado).	" 2.00	m^3
Relleno en sitios especiales, que requieren acarreo del material a distancias pequeñas.	" 2.00	m^3
Concreto ciclópeo	" 50.00	m^3
Concreto simple para estructuras.	" 100.00	m^3
Concreto reforzado.	" 160.00	m^3
Concreto reforzado para estructuras elevadas	" 200.00	m^3
Revestimiento "Gunite" de 2" de espesor con malla	" 7.50	m^2
Tubería de concreto, de 24" de diámetro .	" 30.00	m.l.
Tubería de presión.	" 1.10	Kgr.
Perfiles de acero	" 800.00	Ton.
Compuertas de acero "Armco"	"1400.00	Ton.
Acero para refuerzo	" 500.00	Ton.
Madera para puentes y otras estructuras, incluyendo mano de obra y materiales. . .	" 200.00	m^3

A. Obras de Toma

El costo global de las obras de Toma se ha estimado con base en los diagramas preparados por el U. S. Bureau of Reclamation para obras similares, actualizando los valores dados por dichos diagramas, de acuerdo a los índices de costo actuales y teniendo en cuenta el cambio de moneda. El costo así encontrado se comparó con una estimación basada en la cubicación aproximada de las diferentes estructuras de la toma, usando los precios unitarios antes mencionados, arrojando diferencias pequeñas. Se obtuvieron así los siguientes valores:

Presa de Derivación	$ 306,000.oo
Bocatoma ó admisión	13,000.oo
Diques.	61,000.oo
T O T A L	$ 380,000.oo

B. Canal de Derivación

Excavación = 152,400 x 2.20	=	$ 335,280.oo
Revestimiento = 105,380 x 7.50.	=	790,350.oo
Desarenadoraaliviadero en el k 3.300.	=	16,800.oo
Tres puentes carreteros	=	14,300.oo
Puente ferrocarrilero en el k 5.650	=	11,000.oo
Canalizo elevado para cruzar quebrada,K 8.750	=	27,600.oo
Sifón-aliviadero en el k 8.750.	=	5,600.oo
Canalizo elevado para cruzar el Río Guachinte	=	22,000.oo
Desarenador-aliviadero en el k 11.900	=	16,800.oo
Diez cruces con drenes naturales.	=	20,270.oo
COSTO TOTAL DEL CANAL DE DERIVACION	=	$ 1'260,000.oo

C. Canal Principal

Excavación = 119,720 x 2	= $	239,440.00
Canalizo elevado para cruzar el Río Claro. . .	=	38,000.00
Canalizo elevado para cruzar el Río Jamundí. .	=	8,240.00
Canalizo elevado para cruzar el Río Pance. . .	=	8,240.00
Desarenador-aliviadero en el k 6.700	=	11,600.00
Sifón-aliviadero en el k 10.500.	=	5,600.00
Cuatro puentes ferrocarrileros	=	32,000.00
Cuatro puentes carreteros	=	18,900.00
27 estructuras para cruzar drenes naturales. .	=	51,980.00
COSTO TOTAL DEL CANAL PRINCIPAL.	= $	414,000.00

D. Sistema de Distribución

Lateral Nº I	$	52,700.00
" " II (1er.tramo).		49,500.00
" " II (2do.tramo).		17,400.00
" " III		28,400.00
" " IV.		36,400.00
" " V		131,500.00
" " VI.		31,900.00
" " VII		9,200.00
" " VIII.		23,000.00
		380,000.00
Canales Sublaterales. .	$	166,000.00
COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION. . . .	$	546,000.00

E. Planta Hidroeléctrica de Guachinte

Casa de máquinas, incluyendo las turbinas, generadores, tableros de control, edificio y equipo adicional, 2000 KW x $ 390	= $	780,000.00

Vienen	$	780,000.oo
Tubería de presión = 55,200 x $ 1.10		60,700.oo
Soportes = 190 x $ 100		19,000.oo
Excavación para la Casa de Máquinas.		20,000.oo
COSTO TOTAL DE LA PLANTA HIDROELECTRICA. . . .	$	879,700.oo

F. Planta de Bombeo en el Río Cauca

1. Bombas y Motores

4 Bombas centrífugas Sulzer tipo axial, AP65SnN, para 1,500 litros por segundo cada una	$	61,000.oo
4 Juegos de armaduras para regulación y control de la salida de agua		15,000.oo
4 Motores eléctricos OERLIKON ó su equivalente, de 120 HP cada uno, con sus reductores corresp..		27,300.oo
1 Tablero eléctrico de control OERLIKON.		10,000.oo
1 Grupo electrobomba de vacío Sulzer ó equivalente.		1,750.oo
	$	115,050.oo
10% por transporte de puerto Suizo a puerto Colombiano		11,505.oo
Transporte al sitio de instalación		2,500.oo
	$	129,055.oo
Casa de Máquinas y equipo adicional		55,945.oo
COSTO TOTAL DE LA PLANTA DE BOMBEO	$	185,000.oo

2. Canal Desde la Planta de Bombeo hasta el Cruce con el Río Guachinte.

El presupuesto es como sigue:

Excavación en media ladera = 55,800 x 2.20. . . .	$	122,760.oo
Excavación en terreno plano = 13,950 x 2.oo . . .		27,900.oo
Relleno = 26,000 x 2.oo.		52,000.oo
Revestimiento = 50,700 x 7.50		380,250.oo
Cinco puentes carreteros		20,000.oo
10 estructuras para cruzar drenes naturales . . .		16,090.oo
COSTO TOTAL DEL CANAL DE LA PLANTA DE BOMBEO. . .	$	619,000.oo

G. Sistema de Drenaje

Para el sistema de drenaje, se ha preparado un presupuesto aproximado, basado en los datos que se han podido obtener de los planos del área irrigable, a la escala 1 : 20,000. Como se ha dicho anteriormente, se ha supuesto un dren principal, en la parte baja, que corre paralelamente al Río Cauca de Sur a Norte, y cuya longitud aproximada será de 30 kilómetros. Para ciertos tramos de este canal, será posible aprovechar algunos de los caños que aparecen en los planos; pero más del 50% será construído como un canal nuevo. Los drenes secundarios, que deberán desaguar al dren principal, estarán formados en su mayor parte por caños y quebradas naturales que habrá que profundizar, anchar y limpiar, al igual que los drenes de menor cuantía. Además habrá que construír jarillones en algunos tramos de los Ríos Guachinte, Jamundí y Cauca. Todas estas obras, incluyendo una planta de bombeo para elevar el agua del dren principal por encima de la margen del Río Cauca, se han estimado en $ 615,000.oo

H. Obras de Toma en el Río Guachinte

De construírse el proyecto en dos etapas diferentes, como se ha indicado en el Capítulo V, será necesario construír obras provisionales de toma en el Río Guachinte. Se ha hecho una estimación aproximada para estas obras, presupuestando sus dife-

rentes partes en la misma forma en que se presupuestaron las obras de toma para el Río Timba. Se obtuvo un costo total para estas obras, de $ 263,000.oo.

I. Costo Total del Proyecto.

Los presupuestos anteriores los vamos a agrupar, suponiendo que el proyecto se ejecute en dos etapas. En este caso, el Canal de Derivación se construiría, en la primera etapa, hasta el Río Guachinte solamente, sin prolongarlo hasta la planta hidroeléctrica que debe ubicarse cerca a la estación de Guachinte. Este canal, con una longitud total de seis kilómetros y capacidad para 11 metros cúbicos por segundo, costaría $ 518,000.oo. En la segunda etapa se prolongaría el canal, con la misma capacidad, desde un punto cerca a la hacienda La Ferreyra hasta la planta hidroeléctrica, a un costo adicional de $ 742,000.oo.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, los presupuestos para las dos etapas y para el proyecto final serán como se muestra en la página siguiente:

Primera Etapa:

Obras de Toma en el Río Timba . . .	$ 380,000.oo	
Canal de Derivación	518,000.oo	
Obras de Toma en el Río Guachinte .	263,000.oo	
Canal Principal	414,000.oo	
Sistema de Distribución	546,000.oo	
Sistema de Drenaje.	615,000.oo	
	2'736,000.oo	
Dirección Técnica é Ingeniería,10%.	273,600.oo	
Imprevistos, 10%.	273,600.oo	
COSTO TOTAL DE LA PRIMERA ETAPA		$ 3'283,200.oo

Segunda Etapa:

Canal de Derivación desde la Ferrey ra hasta la Planta Hidroeléctrica .	$ 742,000.oo	
Planta Hidroeléctrica de Guachinte.	879,700.oo	
Planta de Bombeo en el Río Cauca. .	185,000.oo	
Canal desde la Planta de Bombeo hasta el cruce del Río Guachinte. .	619,000.oo	
	2'425,700.oo	
Dirección Técnica é Ingeniería,10%.	242,570.oo	
Imprevistos, 10%.	242,570.oo	
COSTO TOTAL DE LA SEGUNDA ETAPA		$ 2'910,840.oo
COSTO TOTAL DEL PROYECTO EN SUS DOS ETAPAS. . . .		$ 6'194,040.oo

Nota: Si el proyecto se construye todo en una sola etapa, no será necesario construír las obras de toma en el Río Guachinte. El costo total resultará disminuído entonces en el costo de dicha obra más los correspondientes porcentajes de imprevistos y dirección técnica, ó sean $ 315,600.oo.

C A P I T U L O VIII

ESTUDIO ECONOMICO

A. Costo por Hectárea Irrigada

Suponiendo que el proyecto se construye en dos etapas, el costo de construcción por hectárea del área bruta para la primera etapa será de $ 252. Por otra parte, en el Capítulo V hemos visto que la energía de la Planta Hidroeléctrica de Guachinte puede amortizar ampliamente el costo de la segunda etapa. Sin embargo, deberá cargarse a irrigación el costo de la planta de bombeo y parte del costo del canal que debe conducir las aguas de bombeo. Suponiendo que el 50% del costo de este canal sea amortizado por la Planta Hidroeléctrica y el otro 50% por las tierras irrigadas, al anterior costo por hectárea del área bruta habrá que agregarle $ 38 en la segunda etapa, dando un costo de construcción total por hectárea, para el desarrollo completo del proyecto, de $ 290. A este costo directo del proyecto se deben agregar los gastos que harán los propietarios de las tierras en la preparación del terreno y en la construcción de acequias para la distribución individual de las aguas dentro de cada propiedad, lo que puede estimarse en $ 100 por hectárea mínimo. Resulta así que la inversión total por hectárea, para el desarrollo completo del proyecto, sería como sigue:

Costo de construcción del Proyecto	$ 290.oo
Preparación del terreno y construcción de acequias	100.oo
T O T A L	$ 390.oo

B. Costo Anual Medio por Hectárea

Este costo depende del método de financiación y del plan que se siga para amortizar el capital invertido. Para obras de este tipo debe adoptarse un plan de pagos a largo plazo y un tipo de interés bajo. Creemos recomendable un período de 25 años y un interés de 4%, de manera que el agricultor, que necesita atender a muchos otros gastos en la preparación y cultivo de sus tierras, no se vea gravado con una suma anual demasiado elevada. En estas condiciones y teniendo en cuenta los dos períodos de ejecución de las obras, el costo anual medio por hectárea irrigable que debe pagar el agricultor, será el siguiente:

Primera Etapa:

Interés del 4% y amortización en 25 años (Sobre la base del costo por hectárea para la primera etapa, más el costo de preparación del terreno y construcción de acequias).	$	22.40
Mantenimiento y operación del sistema de canales		15.00
Total	$	37,40

Segunda Etapa:

Interés del 4% y amortización en 25 años (Sobre la base del costo total por hectárea de $ 390)	$	25.00
Mantenimiento y operación del sistema de canales		15.00
Mantenimiento y operación de la Planta de Bombeo, incluyendo la depreciación del equipo de bombeo y su amortización en 20 años		7.00
Total	$	47.00

C. Conclusiones

Si se tienen en cuenta los beneficios que se derivan de las nuevas obras de irrigación para la zona que abarca el proyecto, como se ha visto en el Capítulo IV, un costo anual medio por hectárea de $ 37.40 durante el desarrollo de la primera etapa, y de $ 47.oo después de ejecutar la segunda etapa hasta terminar de amortizar el costo total de las obras, incluyendo los gastos anuales de operación y mantenimiento del sistema, es bajo, ya que, de acuerdo a estudios efectuados en el Valle del Cauca para cultivos como arroz, maíz, caña de azúcar, pastos, etc., se desprende que el riego artificial a un costo anual promedio de $ 60.oo por hectárea, deja un buen margen de utilidad a los agricultores. Debe tenerse en cuenta, además, de que una vez amortizado el costo de construcción de las obras, el costo anual medio por hectárea de $ 47.oo, se reducirá a solo el costo de operación y mantenimiento del sistema el cual se estima en $ 22.oo.

Por último, no deben perderse de vista los beneficios indirectos é intangibles tanto regionales como nacionales, los mismos que, de acuerdo a experiencias obtenidas en países como los Estados Unidos de Norteamérica, en muchos casos han sido suficientes para pagar con creces el costo de obras de esta índole. El proyecto de irrigación del Río Timba es, pues, económicamente factible.

A P E N D I C E A

DATOS HIDROLOGICOS

CUADRO I

LLUVIA EN LA MANUELITA

1900-1948

Municipio de Palmira Depto. del Valle

TOTALES MENSUALES EN MILIMETROS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1900		12	137	118	109	109	144	36	11	85	122	143	1026
1901	47	57	126	64	191	84	64	88	102	184	87	54	1148
1902	105	77	153	101	71	35	16	35	48	56	123	37	857
1903	141	69	52	183	205	154	62	55	69	132	101	206	1429
1904	68	101	90	223	159	22	28	6	48	70	105	37	957
1905	66	17	46	90	115	33	1	12	95	146	160	76	857
1906	52	101	79	118	103	105	17	32	90	81	114	121	1013
1907	44	61	121	183	162	79	58	19	78	212	125	71	1213
1908	127	95	126	221	92	8	44	41	88	271	150	132	1401
1909	77	197	124	242	158	78	57	79	54	202	99	33	1400
1910	117	157	126	182	145	52	71	23	37	111	89	121	1231
1911	27	158	83	240	200	43	11	12	3	145	121	78	1121
1912	54	34	100	139	110	47	18	48	52	171	98	152	1023
1913	94	46	54	246	167	57	16	54	97	184	192	59	1266
1914	55	42	16	160	61	30	9	6	52	129	41	60	661
1915	69	117	95	166	59	80	84	44	65	211	146	16	1152
1916	88	170	256	155	71	100	96	59	59	213	187	44	1498
1917	116	108	48	156	183	35	46	54	116	81	122	146	1211
1918	58	72	177	100	140	35	11	43	26	129	152	35	978
1919	55	44	81	203	113	17	14	7	107	132	320	93	1186
1920	27	35	80	117	104	34	55	41	87	108	197	93	978
1921	101	122	158	115	319	37	20	78	26	72	46	134	1228
1922	87	100	318	84	243	153	1	49	161	97	188	197	1678
1923	55	44	172	178	116	50	8	17	33	58	130	83	944

CUADRO I (Cont).

LLUVIA EN LA MANUELITA

1900-1948

Municipio de Palmira Depto. del Valle

TOTALES MENSUALES EN MILIMETROS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1924	19	34	106	95	112	116	60	13	150	121	182	85	1093
1925	71	96	128	195	45	87	34	40	181	72	51	13	1013
1926	44	24	58	40	75	148	73	102	30	148	88	85	915
1927	86	138	59	48	107	78	40	56	139	128	112	51	1042
1928	150	176	198	184	198	81	35	89	74	112	144	131	1572
1929	10	42	189	69	70	45	27	52	108	91	112	107	922
1930	76	69	61	105	64	78	0	14	2	150	61	27	707
1931	24	78	35	134	109	75	70	0	90	122	105	61	903
1932	151	75	35	140	120	49	60	69	86	161	84	49	1079
1933	151	151	9	214	117	59	80	83	90	112	63	307	1436
1934	69	174	66	104	183	105	23	68	132	241	168	61	1394
1935	65	123	138	204	217	66	39	73	78	161	213	66	1443
1936	3	15	102	70	91	117	11	8	20	162	73	137	809
1937	100	97	253	68	179	67	27	20	134	120	100	178	1343
1938	95	100	131	314	135	79	8	140	29	125	302	208	1666
1939	41	33	59	87	87	39	8	29	97	140	92	48	760
1940	73	33	18	45	147	141	0	15	72	199	88	121	952
1941	39	75	54	145	88	39	55	17	37	114	48	50	761
1942	85	63	147	164	145	85	18	41	66	146	144	75	1179
1943	142	124	161	307	74	90	16	63	39	281	108	102	1507
1944	94	90	53	99	137	169	7	67	27	128	49	115	1035
1945	62	36	42	174	134	36	25	34	33	127	88	78	869
1946	46	40	62	128	131	37	0	5	2	63	150	130	794
1947	72	78	40	44	80	91	79	60	98	236	125	64	1067
1948	8	36	146	109	114	36	27	28	83	143	86	59	875

CUADRO II

LLUVIA EN EL COLEGIO SAN LUIS

1935-1948

Municipio de Cali — Depto.del Valle

TOTALES MENSUALES EN MILIMETROS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1935	43	108	142	164	166	64	35	51	60	127	156	133	1249
1936	9	51	107	82	300	122	6	20	33	68	184	85	1067
1937	189	115	119	118	137	67	16	21	81	113	88	112	1176
1938	60	30	177	265	241	55	51	116	59	110	200	366	1730
1939	54	22	64	102	69	50	15	18	62	178	96	140	870
1940	59	67	62	66	158	48	6	5	54	170	136	44	875
1941	18	34	3	105	121	32	40	59	54	127	42	55	690
1942	19	44	125	152	187	103	6	74	130	167	103	172	1282
1943	255	99	103	213	98	141	1	27	153	157	64	132	1443
1944	44	30	44	127	132	180	8	26	95	73	150	80	989
1945	98	115	63	172	140	21	64	54	92	227	67	165	1278
1946	75	54	122	193	212	5	22	18	7	180	181		
1947													

CUADRO III

LLUVIA EN EL ACUEDUCTO MUNICIPAL

1929-1948

Municipio de Cali — Depto. del Valle

TOTALES MENSUALES EN MILIMETROS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1929	20	4	138	123	122	86				43	34	79	
1930	107	103	150	179	29	51			27	250	90	43	
1931	33	19	78	155	163	112	56	27	66	113	91	72	985
1932	92	44	29	89	86	37	53	65	43	127	54	36	755
1933	136	60	129	116	80	52	65	25	89	167	94	162	1175
1934	47	172	64	156	95	117	42	23	127	137	104	123	1207
1935	54	78	147	181	163	71	44	70	67	165	180	131	1351
1936	5	34	187	48	184	94	7	21	41	137	63	88	909
1937	129	60	72	129	131	42	24	24	97	120	81	73	982
1938	31	16	134	260	196	40	37	105	62	154	194	298	1527
1939	66	13	72	120	60	57	26	17	55	122	79	79	766
1940	56	94	62	63	153	51	4	18	87	132	109	111	940
1941	72	77	71	115	142	36	39	54	62	93	59	33	853
1942	22	58	136	127	168	66	81	63	125	138	115	150	1249
1943	230	104	233	262	93	91	6	31	81	162	50	175	1518
1944													
1945			42	106	136	173	41	54	45	253	110	171	
1946	58	99	81	134	163								
1947													

CUADRO IV

LLUVIA EN EL ACUEDUCTO MUNICIPAL (BOCATOMA)

1933-1948

Municipio de Cali Depto. del Valle

TOTALES MENSUALES EN MILIMETROS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1933	237	34	128	116	79	52	82	42	95	318	172	178	
1934	72	161	167	77	97	93	42	59	109	150	134	87	1248
1935	7												
1936	7	148	70	100	218	120	13	30	40	185	83	54	1068
1937	135	71	52	98	214	50	42	38	127	125	139	124	1215
1938	54	18	154	272	202	40	46	95	71	131	222	236	1541
1939	48	8	59	112	77	66	39	4	93	162	62	85	815
1940	139	60	58	42	127	44	1	9	101	155	73	136	945
1941	76	100	59	183	135	43	36	61	55	105	53	44	950
1942	29	60	80	125	127	54	7	59	104	108	102	179	1034
1943	211	125	86	224	107	100	5	54	93	187	90	133	1415
1944	28	51	51	113	164	112	29	41	69	90	105	85	938
1945	70	46	53	114	150	17	24	40	37	234	117	116	1018
1946	28	64	91	91	180								
1947													
1948													

CUADRO V

LLUVIA EN LA FACULTAD DE AGRONOMIA

1940-1948

Municipio de Cali Depto. del Valle

TOTALES MENSUALES EN MILIMETROS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1940	66	74	137	67	136	36	6	0	95	173	86	67	943
1941	61	80	82	65	51	24	55	38	61	119	48	50	734
1942	11	38	89	117	210	73	8	14	132	177	88	175	1132
1943	168	95	98	286	118	155	1	20	131	111	69	150	1402
1944	75	27	67	156	181	182	42	67	152	104	169	111	1333
1945	115	96	59	166	133	12	45	46	73	158	45	148	1096
1946	47	48	122	182	152	1	23	4	6	108	147	81	921
1947	94	102	47	128	69	43	51	100	72	194	125	4	1029

CUADRO VI

LLUVIA EN LA ESTACION DE JAMUNDI

1946-1948

Municipio de Jamundí Depto. del Valle

TOTALES MENSUALES EN MILIMETROS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1946						35	77	21	35	264	388		
1947	103	108	136	123	249	163	161	56	225	214	177	111	1826
1948	22	82	169	236	301	52	48	28	78	191	256	127	1590

CUADRO VII

LLUVIA EN LA ESTACION SAN ANTONIO

1946-1948

Municipio de Jamundí Depto. del Valle

TOTALES MENSUALES EN MILIMETROS

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1946							35	53	45	186	443	309	
1947	386	199					306	59	283	365	258	113	
1948	93	104	240	546	262	93	102	5	82	595	228	212	2562

CUADRO VIII

CAUDALES DEL RIO CAUCA EN JUANCHITO

1946

Estación de Aforos: AA-1 Area Tributaria: 9400 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG.

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	307	176	267	130		214	118	102	128	x70	170	390
2	407	160	279	264		x211	128	92	123	x65	143	348
3	548	162	291	155		x204	141	100	96	x80	102	316
4	527	169	301	167		x196	172	116	76	76	99	292
5	498	170	270	173		184	186	189	68	58	115	298
6	481	192	282	181		170	176	191	66	66	101	270
7	467	216	291	216		158	168	178	68	72	95	258
8	421	218	313	224		151	156	166	73	76	102	266
9	325	202	386	219		148	101	151	66	80	100	238
10	421	189	389	204		156		146	62	68	128	246
11	478	154	362	202		194		142		66	148	268
12	453	151	341	200		194		138		72	220	278
13	454	146	294	193		182		135		72	273	292
14	409	145	275	190		158		120		84	407	258
15	316	137	324	184				104		x75	552	240
16	298	134	255					140		77	490	248
17	293	144	231				80	152		106	304	238
18	272	177	224				88	198		120	278	202
19	267	291	214				80	200		116	396	246
20	260	307	208				78	152		102	281	254
21	258	272	193		291		98	116		92	254	263
22	250	198	179		279		110	112		100	223	264
23	238	191	170		293		100	128		86	418	265
24	231	216	162		282		86	134		78	430	290
25	230	246	155		276		84	128		85	375	262
26	224	256	152		273	144	80	136		82	322	258
27	216	225	167		272	152	94	150		84	280	244
28	209	204	144		264	146	94	151		93	267	230
29	200		144		254	133	82	144		110	274	212
30	198		136		233	137	94	142		147	292	230
31	180		127		212		107	135		156		222
SUM	10330	5448	7526					4388		2714	7639	8186
PROM	333	195	243	x227	x284	x158	x108	142	x75	88	255	264

(x) Aproximado Promedio Anual: 198

Gastos calculados a base de dos lecturas diarias y comprobados por medidas con molinete hasta 500 m3/seg.

Observaciones Iniciadas el 11 de Septiembre de 1.945

CUADRO VIII (Cont).

CAUDALES DEL RIO CAUCA EN JUANCHITO

1947

Estación Aforos: AA-1 Area Tributaria: 9400 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG.

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	279	171	188	162	130	180	175	179	91	126	480	525
2	400	160	176	157	142	166	189	170	92	119	434	450
3	389	154	168	151	147	164	195	155	93	117	379	406
4	366	146	162	150	142	167	265	160	109	120	343	371
5	386	152	157	140	134	180	248	185	108	116	320	343
6	394	162	148	140	130	174	237	193	115	131	305	318
7	325	165	142	142	131	167	213	167	100	163	328	299
8	293	147	140	138	121	155	195	158	86	314	299	281
9	261	138	138	128	119	145	174	169	100	281	371	275
10	246	132	135	122	119	143	169	163	114	248	474	248
11	242	121	132	113	111	146	161	152	151	217	339	304
12	214	119	130	109	116	151	164	134	158	261	308	281
13	198	124	124	109	148	174	188	126	175	302	402	262
14	190	153	117	108	186	176	168	125	186	288	365	249
15	180	162	115	120	190	170	159	129	177	307	330	243
16	206	176	113	116	210	171	150	134	183	321	453	226
17	211	176	107	112	188	193	143	190	201	482	440	213
18	177	186	118	108	163	223	155	166	192	389	393	205
19	169	166	116	108	187	255	145	133	212	518	346	198
20	163	165	118	105	159	236	137	128	210	540	321	189
21	152	224	118	102	156	218	135	121	198	567	341	190
22	158	516	130	104	163	191	153	114	177	546	407	192
23	210	464	136	104	173	238	164	114	160	485	413	205
24	198	403	136	102	198	271	160	114	144	474	523	202
25	200	272	116	99	201	240	178	107	143	508	599	204
26	194	233	121	99	197	223	170	107	128	501	627	202
27	176	208	123	100	190	202	182	100	120	518	679	197
28	164	200	124	110	192	193	178	97	130	474	675	196
29	171		130	116	186	182	189	98	158	453	655	199
30	185		137	124	181	179	221	100	136	491	579	208
31	186		144		180		205	96		553		218
SUMA	7283	5600	4159	3598	4990	5673	5565	4284	4347	10930	12928	8099
PROM	235	200	134	120	161	189	179	138	145	352	431	261

Promedio Anual: 212

CUADRO VIII (Cont).

CAUDALES DEL RIO CAUCA EN JUANCHITO

1948

Estación Aforos: AA-1 Area Tributaria: 9400 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG.

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	199	139	169	180	377	416	179	117	73	125	199	231
2	187	130	208	181	333	364	167	117	69	107	156	206
3	185	130	190	204	290	317	168	112	66	104	223	180
4	198	124	200	226	271	287	186	105	62	99	201	161
5	195	134	222	276	262	288	163	89	58	89	218	165
6	195	132	226	235	353	304	148	105	63	100	242	179
7	184	125	222	214	386	304	145	122	69	145	258	200
8	174	124	276	213	393	269	153	118	72	148	246	204
9	165	117	303	303	396	258	151	111	69	139	223	185
10	165	109	288	347	375	257	148	102	67	131	293	200
11	160	109	305	341	481	240	146	113	65	147	257	195
12	153	118	377	478	407	249	144	112	71	207	231	185
13	147	111	351	523	384	238	134	116	96	176	232	187
14	145	97	296	502	340	223	138	122	93	210	312	243
15	145	93	247	402	297	215	136	138	85	221	303	293
16	153	89	225	463	290	235	128	121	77	242	414	331
17	161	89	218	556	272	339	114	110	83	244	344	348
18	155	94	214	600	260	247	112	179	79	199	324	313
19	149	89	245	638	284	218	111	163	71	164	365	283
20	163	142	236	659	283	221	109	141	73	153	336	253
21	145	200	222	658	267	216	107	120	67	148	301	235
22	144	145	198	578	236	201	123	109	52	188	256	218
23	141	123	200	500	216	200	127	106	59	187	227	216
24	141	125	220	459	211	196	120	105	60	281	202	226
25	135	145	248	376	228	176	111	96	64	259	193	223
26	194	270	221	371	230	168	101	94	64	322	189	217
27	199	263	200	351	247	167	99	87	73	276	186	214
28	181	223	191	339	260	167	173	81	80	255	189	189
29	165	169	199	349	287	206	197	77	118	223	188	176
30	148		202	371	336	184	141	74	123	184	179	166
31	142		198		384		122	71	-	177	-	163
SUMA	5113	3958	7317	11893	9636	7415	4301	3433	2231	5660	7487	6787
PROM	165	136	236	396	311	247	139	111	74	183	249	219

CUADRO IX

CAUDALES DEL RIO TIMBA

1946

Estación de Aforos A-2 Area Tributaria: 187 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1								4.4	4.3	3.9	18.1	18
2								4.2	3.4	3.0	18.8	
3								4.2	3.8	4.3	18.4	24
4								4.1	3.6	3.3	17.8	28
5								4.2	4.1	3.0	18.4	32
6								4.2	3.9	3.8	18.1	22
7								4.1	4.1	4.0	18.4	61
8								4.1	3.9	4.3	18.7	32
9								3.9	3.9	4.3	19.7	30
10								3.9	3.5	5.1	19.0	26
11								4.1	3.5	4.4	20.8	32
12								4.3	3.8	4.5	20.8	37
13								3.9	3.2	4.3	19.3	42
14								3.9	3.3	4.0	165.0	24
15								4.2	3.8	4.4	83.0	36
16								3.8	3.5	4.3	48.0	37
17								3.8	3.6	4.3	37.0	36
18								4.3	3.5	4.3	34.0	44
19								3.8	3.2	4.8	33.0	45
20								4.1	3.1	4.1	34.0	46
21								3.9	3.0	25.5	33.0	45
22								3.9	2.9	8.8	72.5	38
23								4.1	3.0	8.5	68.0	46
24								4.2	2.9	11.1	32.0	46
25								5.3	3.2	9.4		60
26								4.5	4.2	7.6	20.0	54
27								5.3	3.5	22.2	24.0	46
28								5.8	3.4	22.2	24.0	46
29								4.8	4.5	15.5	32.0	66
30								4.0	3.7	23.5	30.0	76
31								3.7		23.5		82
SUMA								131.0	107.3	260.2	1015.8	1.257
PROM								4.2	3.6	8.4	35.0	41.9

Gastos calculados a base de dos lecturas diarias y comprobados por medidas con molinete hasta 46.0 m3/seg.

Períodos de Observación: Agosto 1946 - Julio 1947
Sepbre 1947 - Hasta la fecha

CUADRO IX (Cont).

CAUDALES DEL RIO TIMBA

1947

Estación de Aforos A-2 Area Tributaria: 187 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	70	15	10	16		16	20			14	45	24
2	50	14	10	14		15	24			14	36	22
3	61	14	10	14		21	28			12	36	21
4	54	13	10	14	15	20	27			13	34	21
5	51	14		14	14	16	25			12	35	18
6	40	13	9	12	13	18	25			13	35	18
7	54	12	8	11	12	14	25			15	39	18
8	35	11	8	10	11	15	23			13	39	18
9	34	10	9	10	11	16	19			20	40	15
10	39	10	7	11	10	14	22			18	34	18
11	36	9	7	10	10	19	18			15	42	18
12	35	10	6	11	9	22	19			22	45	18
13	30	10	6	11	9	22	18			23	45	15
14	24	10	6	11	10	18	17			22	39	18
15	58	9	6	12	9	22	17			20	38	12
16	34	12	6	14	9	20	13			22	37	11
17	27	12	6	12	9	34	14			22	35	12
18	21	9	6	10	8	36	13		32	32	32	12
19	20	9	5	12	9	32	13		28	32	36	10
20	20	10	5	14	9	25	14		25	34	38	10
21	22		7	12	13	28	11		22	43	39	10
22	32	22	7	13	12	35	14		19	31	59	11
23	22		8	12	11	27	13		18	28	46	12
24	20	14	9	18	10	35	14		17	70	56	15
25	18	13	10	14	10	29	13		15	53	48	12
26	25	12	10	12	14	26	14		14	38	42	10
27	15	12	10	12	21	23	13		14	38	40	11
28	18	11	10	13	18	25	18		21	38	39	11
29	15		12	12	20	22	18		17	45	32	11
30	14		14	10	20	18			15	59	29	19
31			16		16					59		18
SUMA	994	310	253	371	342	683	522		257	890	1190	469
PROM	33.1	11.9	8.2	12.4	12	23	18			29	40	15

CUADRO IX (Cont).

CAUDALES DEL RIO TIMBA

1948

Estación de Aforos A-2 Area Tributaria: 187 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	18	8	12	10	16	20	9	6	4			
2	13	7	13	13	15	23	8	5	4			
3	12	8	12	13	18	17	8	5	4			
4	14	8	11	13	17	19	7	6	4			
5	13	7	10	12	17	13	9	7	5			
6	12	7	31	11	20	50	9	7	5			
7	11	6	34	11	34	30	7	6	5			
8	12	7	31	12	44	28	7	6	4			
9	11	6	32	13	34	24	7	6	4			
10	12	6	26	21	33	20	7	5	4			
11	10	9	14	25	48	20	7	6	4			
12	9	7	11	24	46	23	8	6	4			
13	10	7	12	25	39	28	9	6	4			
14	9	6	15	21	33	27	9	5	6			
15	10	6	14	25	27	22	7	5	6			
16	10	6	9	24	23	20	7	6	6			
17	11	6	10	25	33	19	7	5	7			
18	9	11	9	25	22	20	6	5	8			
19	9	11	18	25	19	15	6	5	5			
20	10	8	12	22	15	20	6	4	6			
21	10	7	11	22	18	15	6	5	7			
22	9	7	10	15	16	12	6	5	8			
23	9	8	11	17	28	12	6	4	8			
24	12	9	10	17	29	12	5	4	6			
25	11	10	9	17	32	13	6	4	6			
26	9	8	9	19	26	10	6	4	5			
27	9	7	10	18	24	10	7	4	4			
28	9	11	9	18	27	15	14	4	4			
29	9	13	9	17	27	9	8	4	4			
30	9		9	18	24	9	7	4	12			
31	8		8		26		7	4				
SUMA	329	227	441	548	820	575	228	157	163			
PROM	11	8	14	18	27	19	7	5	5			

CUADRO X

CAUDALES DEL RIO CLARO

1946

Estación de Aforos B-1 Area Tributaria: 84 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG.

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1		3.1	10.3				1.4	1.1	0.7	0.6	11.6	10.9
2		3.0	x16.4				1.4	1.0	0.8	0.6	9.5	9.0
3		3.0	11.2				1.6	1.0	1.7	0.7	7.6	9.3
4		3.0	4.7				1.6	1.0	0.7	1.8	6.7	9.9
5		3.0	4.4				1.4	1.0	0.7	1.3	5.5	10.3
6		4.5	5.0				1.4	1.2	0.7	0.9	7.3	10.2
7		4.2	6.9				1.4	1.0	0.7	7.4	8.9	8.2
8		3.6	11.8				1.3	1.0	0.7	3.6	7.4	7.0
9		3.0	6.4				1.2	0.8	0.6	1.0	6.7	10.7
10		3.0	5.8				1.2	0.8	0.6	11.8	9.9	7.8
11		2.9	5.2				1.2	0.9	0.6	2.3	x17.7	8.5
12		2.8	5.7				1.1	0.9	0.7	1.3	12.5	15.5
13		2.6	5.0				1.1	0.8	0.7	1.6	12.6	10.3
14		2.5	4.7				1.4	0.8	0.7	2.0	x32.5	9.0
15		2.6	3.8				1.4	0.8	0.7	4.6	14.7	11.9
16		3.6	3.8				1.2	0.8	0.6	x18.0	11.0	9.1
17		4.0	4.1				1.1	0.8	0.6	x14.7	10.4	7.8
18		4.5	4.2				1.0	0.8	0.6	2.8	13.0	9.3
19		4.8	4.0				1.0	0.8	0.6	8.7	10.3	10.1
20		5.6	3.8				1.0	0.7	0.6	4.6	10.2	11.1
21		4.4	3.7				1.0	0.8	1.0	6.8	7.6	11.0
22		3.6	3.5				1.0	0.8	0.6	5.9	8.6	10.2
23		3.6	3.2				0.9	0.8	0.6	5.4	14.7	9.2
24		3.8	3.1				0.9	1.0	0.6	9.8	14.8	8.0
25		6.2	3.0				1.9	1.0	0.6	7.3	10.7	7.3
26		14.6	2.9				1.4	1.1	0.8	10.4	9.0	6.5
27		5.4	3.0				7.9	0.8	0.9	5.7	8.2	6.0
28		6.0	5.6			1.4	1.4	0.8	0.8	3.9	8.7	6.3
29		4.4				1.4	1.4	1.0	0.6	9.2	9.0	7.7
30			6.4			1.4	1.4	0.8	0.6	8.2	11.9	6.3
31			8.4				1.2	0.8		10.6		7.1
SUMA		116.9	174.4				45.8	27.7	20.4	174.5	329.2	281.6
PROM		4.2	5.6				1.5	0.9	0.7	5.6	11.0	9.1

(x) Aproximado

Gastos calculados a base de dos lecturas diarias y comprobados por medidas en molinete hasta 13.7 m3/s.

Observaciones iniciadas el 14 de Septiembre de 1.945

CUADRO X (Cont).

CAUDALES DEL RIO CLARO

1947

Estación de Aforos B-1

Area Tributaria: 84 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M3/SEG.

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	16.1	6.3	3.2	8.9	9.0	6.5	7.9	6.7	1.8	3.8	11.2	6.5
2	10.0	6.1	3.1	7.0	6.0	5.4	9.8	7.3	2.1	3.3	9.9	6.1
3	10.2	4.2	3.0	6.5	9.3	19.3	x19.3	6.9	2.3	3.0	8.7	5.7
4	8.7	3.7	2.9	6.2	8.7	11.7	x23.0	4.9	2.5	2.6	7.3	6.3
5	6.8	9.2	2.7	12.4	11.2	12.5	11.7	5.8	1.8	2.1	6.7	6.9
6	6.2	8.5	2.6	9.2	6.2	9.9	10.8	5.1	1.7	1.9	9.8	6.7
7	6.0	8.1	2.4	7.0	5.0	9.2	10.7	4.7	1.7	9.6	8.1	6.2
8	5.6	4.6	2.1	6.2	4.3	6.6	12.6	3.3	1.8	9.2	8.4	5.8
9	4.1	4.1	4.0	4.7	8.7	5.3	8.5	4.6	3.7	6.0	7.8	
10	4.8	3.8	2.8	4.1	4.5	5.1	7.2	3.7	3.1	5.0	11.7	9.0
11	5.7	3.6	2.2	3.8	4.2	4.9	6.6	3.3	2.5	4.6	11.3	5.1
12	6.6	3.5	2.0	3.4	7.8	7.5	6.2	3.1	3.0	7.4	x17.6	4.9
13	7.1	4.7	1.9	3.1	10.0	9.0	5.3	2.9	146	6.9	10.2	4.0
14	8.0	4.3	1.8	2.9	9.6	9.5	7.2	2.6	6.7	6.8	10.2	3.3
15	7.0	6.9	1.7	2.9	11.4	7.8	7.0	2.6	5.5	7.2	12.0	3.0
16	6.6	4.3	1.6	2.8	11.2	11.5	6.5	2.7	10.4	10.0	10.5	2.8
17	6.3	4.8	1.8	7.9	12.9	6.1	2.5	7.3	7.1	12.8	12.8	2.6
18	5.9	6.5	1.8	3.3	7.5	16.9	5.8	2.4	8.1	10.3	10.5	2.5
19	5.2	7.8	2.2	3.6	6.5	10.8	5.5	2.1	10.5	10.2	8.1	2.4
20	7.1	7.6	1.8	3.1	6.8	9.0	4.2	1.9	11.9	x19.1	6.7	2.3

(x) Aproximado

CUADRO X (Cont).

CAUDALES DEL RIO CLARO

1947

Estación de Afores B-1

Area Tributaria: 84 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG.

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
21	x7.8	15.5	4.7	2.8	8.0	8.5	3.1	2.0	11.2	13.9	9.5	2.5
22	9.0	10.6	7.8	4.3	8.3	x16.2	4.1	1.9	7.3	11.4	11.0	3.2
23	10.2	8.7	6.9	4.3	10.9	x17.3	7.0	1.8	6.2	10.2	11.4	3.1
24	10.1	5.5	2.4	2.9	x14.5	13.5	6.3	1.7	5.9	x12.5	x13.8	3.4
25	8.7	4.4	3.8	3.2	10.0	11.3	11.6	2.4	5.0	19.1	x15.7	3.7
26	7.4	4.1	6.4	3.3	8.8	9.7	16.6	3.6	4.3	12.5	x13.7	4.1
27	6.7	3.8	4.3	8.8	8.9	11.1	12.6	2.3	3.9	11.5	11.7	3.6
28	6.1	3.5	4.1	7.1	8.6	7.8	10.7	2.8	4.1	11.7	9.9	4.7
29	5.6		8.3	8.9	10.0	7.1	13.0	2.4	4.7	x17.8	8.3	4.3
30	5.1		5.5	4.7	7.4	7.0	9.1	1.9		x15.5	10.0	5.8
31	5.7		6.2		6.8		7.9	1.7		12.3		4.7
SUMA	226.4	168.7	108.0	159.3	257.9	300.8	283.9	103.6	155.6	284.5	314.5	135.2
PROM	7.3	6.0	3.5	5.3	8.3	10.0	9.2	3.3	5.4	9.2	10.5	4.5

(x) Aproximado

CUADRO X (Cont)

CAUDALES DEL RIO CLARO

1948

Estación de Aforos B-1 Area Tributaria: 84 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG.

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	3.9	1.7	4.5	2.4	5.1	9.5	1.0	2.3	0.8			
2	3.7	1.6	6.8	2.6	4.8	7.2	1.9	1.8	0.7			
3.	3.4	1.5	7.8	3.6	4.5	5.9	1.7	1.7	0.7			
4	3.2	1.5	8.4	11.7	4.7	6.5	1.7	1.5	0.7			
5	4.4	1.4	8.9	6.9	5.5	9.2	1.6	1.4	0.7			
6	4.7	1.3	8.3	5.3	11.2	7.3	1.7	1.3	1.0			
7	3.8	1.4	6.6	4.7	9.2	6.0	1.5	1.1	1.1			
8	4.0	1.3	6.0	7.0	11.0	4.9	1.4	0.9	0.9			
9	3.2	1.2	5.7	14.2	12.6	4.9	1.2	0.8	0.8			
10	3.0	1.3	5.1	13.5	13.3	4.8	1.8	1.1	0.7			
11	2.7	1.5	8.2	15.9	10.1	4.3	1.6	1.5	0.7			
12	2.5	1.9	6.6	14.6	10.9	3.9	1.5	1.3	0.7			
13	2.4	1.6	5.0	13.6	9.8	4.5	1.7	1.5	1.3			
14	3.0	1.4	4.1	15.8	7.5	4.1	9.0	1.4	1.4			
15	2.3	1.3	3.8	11.6	6.9	4.3	6.1	1.2	1.6			
16	2.6	1.1	3.2	11.1	6.2	4.0	3.3	1.1	1.3			
17	2.4	1.0	3.1	10.6	5.8	3.7	2.5	0.9	1.7			
18	2.6	1.0	7.1	9.2	7.3	3.1	1.7	1.5	1.8			
19	2.4	2.2	11.3	9.2	6.5	3.2	1.5	1.3	1.4			
20	2.1	2.8	9.2	7.3	6.1	3.0	1.3	1.1	1.2			
21	1.9	1.9	5.7	6.2	5.6	2.5	1.1	1.2	1.0			
22	1.8	1.4	3.6	6.7	4.9	2.3	1.0	1.1	1.1			
23	1.7	1.2	3.4	6.2	4.3	8.3	1.1	1.0	1.2			
24	1.7	1.2	3.2	5.5	5.8	3.2	1.3	0.9	1.2			
25	2.6	3.6	3.2	4.7	5.3	2.7	1.4	1.5	1.3			
26	3.7	7.2	2.9	4.3	6.6	2.1	3.9	1.4	1.3			
27	4.8	3.9	2.7	7.3	5.6	1.8	2.3	1.2	1.9			
28	2.8	3.3	2.5	4.5	5.1	2.3	22.5	1.0	2.1			
29	2.2	3.2	2.4	13.5	8.3	1.9	10.7	0.9	1.9			
30	1.9		3.0	6.9	12.6	1.8	7.2	1.0	4.2			
31	3.2		2.8		21.2		3.1	0.9				
SUM	90.6	56.9	165.1	256.6	244.3	133.2	101.3	38.8	38.4			
PROM	2.9	2.0	5.3	8.6	7.9	4.4	3.3	1.3	1.3			

CUADRO XI

CAUDALES DEL RIO JAMUNDI

1946

Estación de Aforos D-1 Area Tributaria: 46 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1		2.2	10.8	8.3	7.6	5.2	1.2	0.6	0.5	0.3		
2		2.4	7.6	6.0	6.5	5.2	1.2	0.6	0.4	0.3		
3		x9.9	6.2	4.7	x17.3	4.5	1.1	0.6	0.4	1.1		
4		6.3	10.0	4.3	x12.3	3.9	1.1	0.6	0.6	1.1		
5		4.1	9.1	4.0	8.7	3.3	1.1	0.7	0.6	0.8		
6		x11.4	x16.8	7.1	7.5	3.1	1.1	0.7	0.5	0.7		
7		7.6	x12.7	8.2	8.1	2.8	1.1	0.6	0.7	1.2		
8		5.1	10.0	6.3	8.1	2.7	1.1	0.5	0.5	1.2		
9		4.4	9.9	4.5	7.1	2.7	1.1	0.5	0.4	1.4		
10		3.9	8.0	3.4	9.9	3.1	1.1	0.5	0.4	1.3		
11		3.7	7.0	2.5	8.9	2.5	1.1	0.5	0.4	2.1		
12		3.6	6.5	2.3	x22.0	2.5	1.1	0.5	0.4	2.5		
13	6.3	3.5	6.1	3.7	x18.6	2.5	1.1	0.2	0.4	1.4		
14	6.1	3.3	5.9	4.3	9.7	2.5	1.0	0.5	0.4	0.9		
15	5.6	3.7	10.1	3.1	8.5	2.5	0.9	0.2	0.4	0.9		
16	5.1	3.5	7.1	3.4	9.3	2.5	0.9	0.5	0.4	1.2		
17	4.6	10.6	5.1	5.9	8.9	2.4	0.8	0.5	0.3	3.0		
18	5.8	7.6	4.5	5.9	8.8	2.4	0.7	0.4	0.3	3.0		
19	5.0	5.3	4.3	5.0	7.8	2.4	0.7	0.4	0.3	3.1		
20	4.1	6.7	4.0	5.1	6.0	2.3	0.7	0.2	0.3	3.1		
PASAN		108.0	161.7	98.0	201.6	61.0	20.2	9.8	8.6	30.6		

(x) Aproximado

CUADRO XI (Cont).

CAUDALES DEL RIO JAMUNDI

1946

Estación de Aforos D-1 Area Tributaria: 46 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M3/SEG

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
VIENEN		108.8	161.7	98.0	201.6	61.0	20.2	9.8	8.6	30.6		
21	3.6	7.6	3.7	5.5	6.7	2.0	0.7	0.2	0.3	2.3		
22	3.5	x13.2	3.6	5.0	6.1	1.9	0.7	0.4	0.3	1.3		
23	3.2	11.1	3.2	9.1	5.4	1.5	0.7	0.6	0.3	1.1		
24	x9.1	8.1	2.3	x11.2	5.1	1.3	0.6	0.6	0.3	1.7		
25	4.3	7.3	2.5	x12.6	5.1	1.2	1.3	0.6	0.3	1.5		
26	3.8	10.7	3.1	x11.3	5.2	1.2	1.3	0.6	0.3	1.7		
27	3.1	8.1	7.2	9.4	5.0	1.2	1.4	0.6	0.4	1.3		
28	2.8	5.7	7.3	x10.8	5.1	1.2	0.6	0.4	1.2	1.3		
29	2.3		8.7	10.0	5.3	1.2	1.3	0.5	0.4	3.7		
30	2.7		10.3	8.5	5.0	1.2	0.9	0.5	0.3	4.2		
31	2.3		9.4		5.2		0.7	0.5		3.7		
SUMA		180.6	223.5	191.4	261.7	74.9	31.2	15.5	11.9	54.3		
PROM		6.4	7.2	6.4	8.4	2.5	1.0	0.5	0.4	1.8	x6.6	x5.4

(x) Aproximado

Gastos calculados a base de dos lecturas diarias y comprobados por medidas con molinete hasta 9.1 m3/seg.

Las lecturas de mira diarias no se han tomado correctamente. Se ha calculado el promedio mensual a base de una relación suficientemente establecida entre el caudal medio de los Ríos Jamundí y Claro.

CUADRO XI (Cont).

CAUDALES DEL RIO JAMUNDI

1947

Estación de Aforos D-1 Area Tributaria: 46 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M3/SEG.

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1	7.0								1.5	2.2		
2	6.3								2.1	2.1		
3	5.7								1.9	2.2		
4	5.2								1.5	2.1		
5	5.8								1.5	1.8		
6	5.2								1.4	2.7		
7	5.0								1.4	6.8		
8	5.2								1.8	5.2		
9	5.0								1.8	4.0		
10	5.6								1.8	4.8		
11	5.5								2.3	2.8		
12	5.0								1.9	3.6		
13	4.6								8.9	5.8		
14	4.3								6.1	6.0	6.2	
15	5.7								3.4	3.7	6.6	
16	8.8								3.1	4.9	9.3	
17	7.1								3.4	4.0	8.2	
18	6.0								2.8	3.1	6.7	
19	5.6								2.6	4.4		
20	4.8								5.6	10.2	5.5	
21	4.7								6.0	5.0	9.0	
22	6.4								4.8	7.9	7.1	
23	5.3								4.6	7.2	6.3	
24	5.2								4.2	6.0	7.1	
25	5.0								3.2	16.4	8.2	
26	4.8								3.1	9.9	9.9	
27	4.2								2.7	8.5	8.2	
28	3.6								2.9	10.5	10.2	
29	5.5								2.6	8.6	9.8	
30	4.4								2.3	6.9	8.2	
31	4.2									9.4		
SM	166.7								93.2	178.7		
PR	5.4	x3.6	x2.1	x3.2	x5.0	x6.0	x5.5	x2.0	3.1	5.8	6.3	2.7

(x) Aproximado. Datos diarios incompletos.

CUADRO XI (Cont).

CAUDALES DEL RIO JAMUNDI

1948

Estación de Aforos D-1 Area Tributaria: 46 Kms^2

GASTOS DIARIOS EN M^3/SEG.

DIA	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1		1.9	3.1	1.6	3.4	8.4	1.8	1.3	0.8			
2		1.7	6.4	1.4	3.2	7.2	1.7	1.3	0.7			
3		1.7	3.8	3.6	3.2	5.9	1.6	1.3	0.8			
4	2.4	1.5	5.0	6.2	3.2	5.1	1.5	1.2	0.8			
5	2.6	1.4	4.5	3.2	3.8	7.2	1.4	1.2	0.8			
6	2.5	1.3	5.0	2.7	7.0	6.8	1.5	1.7	0.9			
7	2.6	1.2	4.3	2.3	4.7	6.0	1.4	1.2	0.8			
8	2.5	1.2	3.9	4.2	8.0	4.7	1.4	1.2	0.8			
9	2.4	1.2	3.2	3.2	5.8	4.2	1.4	1.1	0.8			
10	2.2	1.1	4.0	6.2	9.3	3.8	1.4	1.1	0.8			
11	2.5	1.0	4.8	6.8	7.4	3.4	1.7	1.1	0.8			
12	1.9	1.0	4.3	7.8	7.0	3.9	1.6	1.1	0.7			
13	1.9	1.0	3.8	8.1	6.3	3.5	1.5	1.0	1.7			
14	1.9	1.0	3.4	11.6	6.0	3.4	1.9	0.9	0.8			
15	2.0	0.9	2.4	8.8	5.2	3.0	1.8	0.9	0.7			
16	1.9	0.9	2.4	6.8	4.6	2.8	1.7	0.8	0.7			
17	1.9	0.9	2.1	10.8	4.3	2.7	1.5	0.9	1.3			
18	1.7	0.9	2.1	8.6	4.1	2.6	1.2	0.8	0.8			
19	1.7	1.5	3.7	8.5	3.3	2.5	1.3		0.8			
20	1.7	1.3	2.0	7.2	3.3	2.3	1.3		0.7			
21	1.6	0.9	2.2	6.5	3.5	2.0	1.2		0.7			
22	1.4	1.1	2.1	7.3	3.1	1.7	1.2		0.7			
23	1.4	0.7	2.0	5.6	2.7	1.7	1.2		0.7			
24	1.3	0.9	2.0	4.7	2.5	1.4	1.2		1.1			
25	2.6	4.2	1.9	4.4	2.7	1.3	1.2		0.7			
26	7.0	4.5	1.9	4.5	4.3	1.5	1.2		0.7			
27	4.0	2.2	1.9	4.9	3.4	2.8	1.2		0.7			
28	2.9	1.8	1.7	4.2	2.4	2.0	3.6		0.7			
29	2.6	2.7	1.5	5.8	10.6	1.8	1.9		0.7			
30	2.2		3.4	4.1	10.0	1.7	1.5		2.4			
31	1.9		2.1		9.0		1.5					
SUMA		43.6	96.9	171.6	157.4	107.3	47.5		26.1			
PROM	2.3	1.5	3.1	5.7	5.1	3.6	1.5	1.0	.9			

A P E N D I C E B

SUELOS

A P E N D I C E B

SUELOS

Se presenta a continuación la descripción de los diferentes tipos de suelos encontrados en la zona que abarca el Proyecto del Río Timba. Las unidades de clasificación y mapificación que se han usado para el presente estudio son: LA SERIE, el TIPO y el COMPLEJO.

Serie es una unidad de clasificación que incluye todos aquellos suelos derivados de un material parental igual o semejante, con las mismas características internas de textura (excepto la de la capa superior), estructura, color, etc., y las mismas condiciones de drenaje natural. Una serie puede estar dividida en varios tipos de acuerdo con la textura del horizonte superficial. El nombre de la serie se toma del de algún lugar vecino al sitio donde se reconoció. El nombre del tipo está formado por el de la serie seguido del nombre correspondiente a la clase de textura del horizonte superficial.

Complejo es la reunión de dos ó más series o tipos, dentro de una unidad cartográfica. Esto se hace cuando la separación en el mapa se dificulta por tratarse de áreas pequeñas; se describen separadamente y se juntan solamente aquellas que tienen semejanza en cuanto a su adaptabilidad a determinados cultivos.

Con el fín de comprobar los datos de textura obtenidos al tacto en el terreno y de conocer la capacidad de retención de humedad de la capa arable, se han practicado análisis mecánicos por el método hidrométrico y de equivalente de humedad, correspondientes a los tipos de suelos más importantes. Estos análisis fueron practicados en el laboratorio de la Estación Experimental de Palmira y se presentan al final de esta sección.

1. Descripción de los Tipos de Suelos Encontrados.

Andalucía, franco-arcilloso

Estos suelos se han formado en la parte más baja de un abanico aluvial. En ocasiones se encuentra, a profundidades superiores a 1.80 mts, cascajo grueso y piedras. Estos terrenos se cultivan actualmente con pastos, aunque existen también algunos cultivos de arroz con rendimientos regulares. En algunos sitios son ligeramente inclinados, con pendientes que llegan hasta 2%. La textura del horizonte superficial es franco-arcillosa y el color del subsuelo es rojo amarillento moteado de gris.

Asombro, franco

Muy semejante a la serie La Esperanza, que se describe más adelante, con la diferencia de que la grava del subestratum se halla en estado muy avanzado de meteorización. Estos terrenos se han usado ocasionalmente para el cultivo de caña con resultados mediocres. La mayor extensión se dedica a pastos, que es probablemente la mejor utilización que se les puede dar.

El suelo, de unos 30 cms de profundidad, es negro de textura franca hasta 10 cms, y franco arcilloso en adelante. Estructura granular débil. Se encuentran concreciones negras, pequeñas y redondeadas. El subsuelo es marrón a marrón muy oscuro, arcilloso y ligeramente plástico, algo duro y compacto en seco. El subestratum está compuesto de material rojo amarillento que comienza a los 50 cms de profundidad, de textura arcillosa ligeramente plástica con abundantes concreciones, llegando en algunos casos al 40% en volúmen. Este material se encuentra hasta unos 80 centímetros de profundidad y en adelante encontramos grava y cascajo grueso sin meteorizar o parcialmente meteorizado. El suelo es medianamente ácido.

Cañas Gordas, franco-arcilloso

Este tipo se halla representado en diferentes lugares de la zona, con topografía plana ó ligeramente ondulada, pero con pendientes menores del 2%. Se utiliza actualmente para el cultivo de pastos que acusan mal desarrollo debido seguramente a la falta de aereación (horizontes compactos é impermeables cerca de la superficie) y a la fuerte acidez del suelo (H 5.5). Haciendo roturaciones profundas, los pastos podrían mejorar notablemente. Usando encalado y abonamiento, seguramente podrían adaptarse al cultivo de arroz y caña de azúcar.

El color del suelo varía de marrón muy oscuro a gris muy oscuro; textura franco arcillosa hasta unos 12 á 15 cms de profundidad. Todo el perfil es bastante compacto y duro hasta 1.00 á 1.20 mts de profundidad. A mayor profundidad es más suave y friable. La estructura de la capa superficial es granular, provista de abundante materia orgánica; entre los 15 y los 100 cms, la estructura es múltiple, prismática, en bloque y granular.

El color del subsuelo pasa de gris con pintas rojo amarillentas a rojo amarillento puro; ésto, desde 1.20 mts en adelante. Presenta abundantes concreciones de hierro, rojas exteriormente y negras por dentro, las que en algunos horizontes llegan hasta el 25% por volúmen. El color de la superficie es marrón claro a veces, observándose con frecuencia una capa gris claro friable y de escaso espesor.

Cañas Gordas, franco-limoso

Este tipo se diferencia del anterior en la textura de la superficie (5 á 10 cms de espesor), en que es más friable, suave y poroso de los 80 cms en adelante siendo la textura franco-arcillosa, la reacción de la superficie es menos ácida que la del tipo anterior, y presenta una capa compacta de 25 á 70 cms de profundidad.

Cauca, arcilla

Este tipo ocupa una zona baja a lo largo del Río Cauca. Son suelos jóvenes, formados por deposiciones relativamente recientes. Están sujetos a inundaciones periódicas en varios sitios lo que ocasiona nuevas sedimentaciones principalmente de limo y arcilla.

Desde el punto de vista físico, son excelentes para cultivos diversos. En la actualidad se cultivan en su mayor extensión con pastos Pará, existiendo algunas parcelas cultivadas con cacao, plátano, café y citrus que se desarrollan en buenas condiciones a pesar de no prestárseles mayor cuidado. Esta podría ser una magnífica zona cacaotalera y de cultivos intensivos como hortalizas y frutas si se evitan las inundaciones y se suministra riego.

En este tipo, no se encuentra una diferencia muy marcada entre el suelo y subsuelo. El suelo es arcilloso hasta unos 40 centímetros de profundidad pero con estructura nuciforme fina y granular bien desarrollada, lo que hace que tenga buena porosidad. El color en la superficie es marrón grisáceo que pasa luego a gris oscuro con manchas de herrumbre. El subsuelo es gris oscuro moteado de marrón amarillento oscuro, textura franco-arcillo-limosa, granular. Con frecuencia se presentan horizontes más livianos, franco arenosos, y a veces a profundidades superiores a 1.50 metros se encuentra arena. El suelo es ligeramente ácido y el subsuelo neutro ó ligeramente ácido.

Río Cauca, franco-arcillo-limoso

Este se diferencia del tipo anterior en la textura del horizonte superficial y en el perfil que es algo más liviano, generalmente franco-arcillo-limoso. En las vecindades del Río Guachinte, el color del subsuelo es rojo amarillento en vez de marrón amarillento, y a veces se encuentran horizontes de color gris después de los 2.20 mts de profundidad.

Dentro de este tipo está incluído el franco-arcilloso, que por ser de poca extensión no se ha separado.

Cazucá, franco-arcilloso

Se encuentra en la parte más baja de las terrazas, al

sur de Jamundí, donde la topografía es ligeramente ondulada o plana; el drenaje externo es pobre o moderado, presentándose enchar camientos de agua de lluvia en algunos sitios, que pueden eliminarse con sencillas obras de drenaje. Existen pocos cultivos de arroz, pobremente desarrollados debido probablemente a la falta de nutrientes. Quizá el uso de fertilizantes sea demasiado costoso para obtener buenos resultados económicos, por lo que el mejor uso que se le puede dar es el cultivo de pastos.

El suelo de color marrón grisáceo en la superficie y gris oscuro hasta los 40 á 45 cms, es franco-arcilloso, granular, suave, friable. El subsuelo es de color gris oscuro moteado de rojo amarillento, cambiando a marrón amarillento, moteado de gris claro, a mayor profundidad. Es arcilloso ligeramente plástico y contiene abundantes concreciones de hierro, suaves y negras, que ocupan hasta el 50% del volúmen, sobre todo en las primeras capas del subsuelo. Accidentalmente se encuentra una capa de material arcillo-cascajoso de unos 30 cms de espesor, por debajo de 1.00 metros de profundidad. Se ha mapificado con pequeños parches del tipo Esperanza franco.

Ceibal, arcilla

Estos suelos se encuentran en sitios mal drenados, donde el agua de las lluvias permanece estancada hasta el verano, ocupando posiciones bajas. Partes de estos terrenos permanecen con bosques y rastrojos, habiéndose limpiado otras zonas para sembrar pastos Pará. Pequeñas áreas han sido sembradas de arroz con buenos rendimientos, pero la falta de drenaje dificulta las operaciones de cosecha. Parecen suelos excelentes para arroz, el cual se debe rotar periódicamente (cada 3 á 4 años) con pastos para evitar un total amasamiento (puddling) del suelo y favorecer la granulación.

El suelo, de unos 50 cms de profundidad es arcilloso con estructura granular en la superficie, siendo prismática y en bloque bien desarrollada a mayor profundidad. Color marrón muy oscuro y marrón amarillento oscuro, con los agregados recubiertos exteriormente de negro. Es muy pegajoso en húmedo y duro en seco. La superficie es muy rica en materia orgánica. El subsuelo es también arcilloso pero masivo, impermeable y muy duro cuando seco. Es color gris claro presentando a veces manchas de color rojo amarillento que en algunos sitios llegan a dominar sobre el gris claro característico.

Tanto el suelo como el subsuelo son débilmente ácidos. Se agrieta considerablemente en verano.

Ceibal, arcillo-limoso

Es muy semejante al tipo anterior, diferenciándose de él

en la textura del horizonte superficial que es arcillo-limosa, y en la estructura que es más fina, siendo granular en la superficie y nuciforme, débilmente desarrollada, en el segundo horizonte, de 15 a 50 cms más o menos. La consistencia del subsuelo es más suave en seco y más permeable; arcilloso de color gris claro moteado de amarillo, el que va aumentando con la profundidad.

La utilización actual y empleo aconsejable para estos terrenos es esencialmente igual al anterior, aunque en este tipo el drenaje será menos difícil por tener un subsuelo menos impermeable. Estos suelos tienen extensos cultivos de arroz con excelentes resultados, calculándose su producción en 4 hanegas por plaza, lo que es superior al promedio de la zona.

Colinas, franco-arcilloso

Una pequeña área de este suelo se encuentra en las cercanías del Río Claro, ocupada con pastos. El drenaje interno y externo de estos suelos es moderado a bueno, y podrían utilizarse para el cultivo del maíz, yuca, fríjol, etc., no siendo aconsejables para arroz por tener topografía ondulada con pendientes de 2% a 3%.

El suelo en la superficie es gris oscuro con manchas de herrumbre, haciéndose marrón gris a mayor profundidad. La textura es franco-arcillosa, estructura granular, porosa friable y suave. El subsuelo es de color marrón amarillento moteado de marrón muy oscuro, y comienza a 50 cms de profundidad más o menos. Textura arcillosa y estructura granular fina. Con frecuencia la primera parte del subsuelo, en un espesor de unos 30 cms, es ligeramente compacta é impermeable, siendo el resto del perfil suave, poroso y más liviano. La reacción en la superficie es medianamente ácida y convendría un encalado ligero para la práctica de los cultivos mencionados.

Cortijo, franco-arcillo-limoso

Este suelo se encuentra en pequeñas áreas alternando con el tipo La Esperanza franco, del cual se diferencia esencialmente en la profundidad a que se encuentra el cascajo, que es de 1.40 metros en promedio.

Solamente la capa superficial de 8 a 10 cms es franco-arcillo-limosa, siendo el resto arcilloso, encontrándose frecuentemente material franco-arcilloso entre 1.20 y 1.40 mts. El color en la superficie es marrón gris oscuro y luego cambia a negro con manchas marrón grisáceo. Todo el perfil es más o menos friable y poroso. La posición en que se encuentra este suelo, íntimamente ligado con el tipo La Esperanza franco, hace que su explotación se dificulte con cultivos diferentes a pastos.

Crucero, arcilla

El tipo crucero arcilla se encuentra en sitios ligeramente ondulados o planos con drenaje externo moderado. Por estar relativamente altos en el valle no son anegadizos. Se utilizan en potreros de grama común y en algunos sitios hay huertos y platanares medianamente productivos. Las condiciones físicas son buenas para el cultivo de arroz y caña, pero se utilizan muy limitadamente para estos cultivos y los rendimientos son mediocres por ser ácidos y pobres en nutrientes. Con el uso de cal y fertilizantes se podrían obtener buenos rendimientos.

El suelo está formado de un horizonte superficial de más o menos 15 cms de espesor, marrón gris oscuro, arcilloso, granular y suave, provisto de abundantes raíces y materia orgánica, seguido de otro un poco más grueso, franco arcilloso y más oscuro.

El subsuelo tiene un color combinado gris oscuro y marrón amarillento oscuro, es arcilloso, ligeramente compacto y poco permeable. La reacción es fuertemente ácida en el suelo y medianamente ácida en el subsuelo.

Crucero, franco-arcilloso

Las condiciones de ocurrencia y uso actual son las mismas que las indicadas en el tipo anterior. El suelo y la primera parte del subsuelo, en éstos, son de textura franco-arcillosa, siendo un poco más poroso y de mejor permeabilidad que el tipo anterior y posiblemente se adapten mejor a cultivos de maíz si se corrige la acidez y se usan fertilizantes.

Crucero, franco-arcillo-limoso

Se encuentra una pequeña extensión de este suelo en combinación con el tipo Sachamate, franco arcilloso. En este tipo se encuentra un horizonte que va de los 20 cms a los 100 cms más o menos, de textura arcillosa con estructura en bloque bien desarrollada, ligeramente compacto. A partir de 1.40 mts de profundidad hacia abajo, la textura es más liviana y el color es marrón amarillento moteado de gris.

Curazao, franco-arcilloso

Ocupa un lote pequeño cercano al Río Cauca, en parte con buen drenaje externo y en parte anegadizo. El drenaje interno es muy pobre debido a la fuerte cementación y compactación de uno de sus horizontes. Está en la actualidad cubierto de pastos Pará que en el verano se secan demasiado porque las raíces no pueden pasar el horizonte impermeable; sólo en los sitios anegadizos se sostienen más o menos verdes, por las reservas de agua en la superficie.

El suelo que tiene de 50 a 70 cms de profundidad, es de color gris, en algunas zonas muy oscuro y con manchas de herrumbre; en los primeros 5 á 10 cms la textura es franco-arcillosa, siendo el resto de arcilla pesada; estructura nuciforme y granular en la superficie, y prismática, en bloque y granular, en el interior. La consistencia en seco es dura.

La primera parte del subsuelo está constituída de un material arcillo-arenoso fuertemente cementado e impermeable, de color gris con manchas marrón amarillento oscuro. Después de este horizonte, vienen capas estratificadas de material franco de arena fina, limo, arena gruesa y cascajo, friable y poroso. Económicamente este suelo quizá no se puede adaptar a cultivos diferentes de pastos.

Delicias, arcilla

Se encuentra en pequeñas áreas a lo largo y cerca de los ríos Cauca, Jamundí y Claro, ocupadas actualmente con pastos y guaduales. Generalmente no son inundables pero reciben abundantes aguas por encontrarse en zonas bajas, las que las mantienen saturadas durante la época húmeda. Tienen buenas condiciones físicas y químicas, que los harían utilizables para cultivos variados, de ejecutárseles obras de drenaje é irrigación. Adaptables para arroz y caña.

Todo el perfil es arcilloso, aunque a veces se encuentran capas menos pesadas, de textura franco-arcillo-limosa, a profundidades variables. Hasta unos 80 cms de profundidad, la estructura es nuciforme y granular, notándose a veces tendencias a la de bloque; es suave, friable y poroso. El subsuelo, que comienza a los 80 cms más o menos, es al principio gris oscuro con manchas amarillo rojizo ó marrón amarillento, disminuyendo luego el gris y aumentando el amarillo. En esta parte del perfil no hay estructura, es más duro y la porosidad y permeabilidad son menores que en el suelo. La reacción es más o menos uniforme en todo el perfil, variando entre ligeramente ácida y neutra. Durante el verano se forman grietas numerosas y muy anchas.

Delicias, franco-arcillo-limoso

Ocupa posiciones un poco más altas que las del Río Cauca arcilla, al cual se asemeja bastante en la parte superior del perfil. Topografía plana o muy ligeramente ondulada con pendientes suaves. Estos suelos son utilizados con pastos, principalmente Pará, pero existen también algunos guaduales y platanales que desarrollan bien en los sitios mejor drenados. Podrían utilizarse para cultivos anuales como maíz, fríjol, etc., siempre que se provea buen drenaje é irrigación. El suelo, hasta un metro de profundidad más o menos, es franco-arcillo-limoso, con estructura de nuez y granular, poroso. El color es marrón grisáceo con manchas

de herrumbre. A medida que se profundiza, el color se va haciendo más oscuro. De un metro de profundidad en adelante el color cambia bruscamente a negro con manchas rojizas; la textura es arcillosa, no tiene estructura y es compacto é impermeable. Este horizonte tiene un espesor medio de 40 cms. A mayor profundidad, el color pasa a gris y luego a rojo amarillento con manchas gris claro. Es también arcilloso, masivo é impermeable.

Egipto, franco-arcilloso

Terrenos ligeramente ondulados con drenaje externo moderado y cubiertos con grama común. Poseen buenas condiciones topográficas y de drenaje para cultivos como maíz, fríjol, oleaginosas, yuca, etc.; las condiciones de fertilidad son favorables y quizá un ligero encalado sería provechoso.

El suelo es de color gris oscuro a marrón gris oscuro, con abundante materiá orgánica, suave y con estructura granular. Textura franco-arcillosa. Espesor alrededor de 30 cms.

La primera parte del subsuelo es arcillosa con estructura granular y en bloque fino. Consistencia ligeramente plástica, algo friable, provista de algunas concreciones suaves. El color es moteado gris y rojo amarillento en diferentes proporciones. A profundidad mayor de un metro el color es rojo amarillento ó amarillo rojizo con manchas gris claro; textura franco-arcillosa, friable y algo porosa. La permeabilidad del subsuelo es mediana. El suelo es medianamente ácido y el subsuelo neutro.

Esmeralda, franco-arcilloso

Este suelo ocupa la misma posición que los de la serie Robles, al cual se asemeja. Ocupan una extensión relativamente pequeña. La capa superficial de 5 á 10 cms es franco-arcillosa de color gris muy oscuro. El resto del perfil es arcilloso hasta un metro de profundidad, en donde empieza un material arcillo-limoso, de color gris y marrón amarillento. La estructura hasta los 30 cms es múltiple, granular, prismática y en bloque. La consistencia en seco es dura. Las reacciones del suelo y subsuelo son ligeramente ácida y neutra respectivamente.

Esperanza, franco

Suelo formado sobre cascajo y piedra rodada proveniente de un abanico aluvial. Tiene escasa importancia desde el punto de vista agrícola por ser sumamente superficial.

El suelo arable en este tipo varía entre 20 y 40 cms de profundidad, de color negro a marrón muy oscuro, debajo del cual se encuentra grava hasta de 15 cms de diámetro, más o menos cementada con óxidos de hierro y arcilla.

El mejor uso para estos terrenos son los potreros, los cuales pueden mejorarse con riego durante el verano. En algunas parcelas se ha cultivado maíz con regulares resultados. Seleccionando las áreas donde el suelo es más profundo, se podría llevar a cabo con éxito éste cultivo.

Esperanza, franco-arcilloso

Este tipo se diferencia del anterior solamente en la textura de la capa superficial siendo igual en las demás características así como en su utilización. La topografía es ligeramente ondulada con pendientes del 1% al 2%.

Galicia, arcilla

Se encuentra en pequeños lotes aislados dentro del tipo Cañas Gordas franco-arcilloso, con el cual está morfológicamente relacionado y del cual se diferencia en lo siguiente:

La textura de todo el perfil hasta aproximadamente 1.00 metro de profundidad es arcillosa, medianamente plástica y pegajosa. A mayor profundidad, la textura es arcillo-cascajosa.

El color del subsuelo es una combinación de gris con rojo amarillento, aunque en las capas más profundas tiende a dominar el primero. En cuanto a uso actual y al consejable, es igual que para el tipo mencionado.

Guachinte, franco-arcilloso

Ocupa terrenos bajos con mal drenaje externo y que sin ser pantanosos son muy húmedos y permanecen saturados en la época de lluvias. La permeabilidad es muy lenta. Actualmente se utilizan para pastos, principalmente Pará, y en algunos sitios se han efectuado cultivos de arroz con buenos rendimientos. Convenientemente drenados podrían producir abundantes cosechas de arroz ó caña.

El espesor del suelo varía entre 10 y 40 cms y su color entre marrón rojizo oscuro y marrón muy oscuro. Textura franco-arcillosa con granulación débil; consistencia suave. Poco plástico y pegajoso.

El subsuelo es más pesado y su color variable. Hasta 85 cms de profundidad es de color gris (a veces muy oscuro)con manchas amarillo rojizo, aunque en ciertos puntos este último color es el dominante. A mayor profundidad el color se torna rojo amarillento con vetas ocasionales de gris claro. La textura es uniformemente arcillosa masiva, consistencia dura y poco permeable. Ocasionalmente presenta algunas concreciones pequeñas y suaves. El suelo es medianamente ácido y el subsuelo ligeramente ácido.

Las Mercedes, Arcilla

Los terrenos de este tipo están situados al pié de la cordillera en antiguas terrazas, algo erosionados probablemente en otro tiempo. La topografía es ondulada con pendiente general hacia el Este que varía entre 2% y 4%. El drenaje externo es bueno, excepto en algunas depresiones fácilmente drenables. El drenaje interno es lento y la capacidad de retención de la humedad es baja.

Todos estos terrenos están cubiertos de pastos. Durante el verano se secan, por lo que sería de gran provecho proveerles agua por medio de irrigación, lo que, conjuntamente con el empleo de fertilizantes y corrección de la acidez, los haría aptos para cultivos de maíz, yuca, fríjol, etc.; el espesor del suelo varía entre 20 y 35 cms, y su color varía desde el marrón hasta al marrón grisáceo oscuro. La textura en todo el perfil es uniformemente arcillosa, poco plástica y pegajosa. La estructura en el suelo y primera parte del subsuelo es múltiple, prismática y granular, débilmente desarrollada. En la parte baja del perfil, es granular medianamente desarrollada.

En el subsuelo, el color varía entre rojo amarillento y amarillo marrón, frecuentemente moteado. Se presentan pocas concreciones blandas y la consistencia es un poco dura. El suelo y el subsuelo son frecuentemente ácidos. En pocos casos se presentan horizontes arcillo-cascajosos, a más de 2.00 mts de profundidad.

Las Mercedes, franco

Este tipo ocupa posiciones más bajas que el anterior y las pendientes son menores. Su topografía, drenaje, utilización, necesidades y adaptabilidad son semejantes al tipo arcilloso. En cuanto a las características internas, varía en los siguientes puntos:

El suelo es más profundo (de 30 á 60 cms), la primera parte del cual es marrón gris oscuro, de textura franca; en la segunda mital la textura es arcillosa. La estructura es granular fina en todo el perfil. La proporción de concreciones es mayor (5 á 10% por volúmen). El color del subsuelo es rojo amarillento con manchas oscuras. La acidez del suelo y del subsuelo es menos que la del tipo anterior.

Las Mercedes, franco-arcillo-limoso.

Está situado en terrenos más bajos que el franco, cercanos al Río Jamundí. Son más planos que los otros de esta misma serie, y están sujetos a encharcamientos en muchos sitios, por

causa de las lluvias. Se utilizan actualmente para el cultivo de pastos Pará. Se pueden adaptar para el cultivo de maíz, fríjol, arroz y caña, siempre que se les provea de obras de drenaje é irrigación.

A excepción de la textura del horizonte superficial, que es franco-arcillo-limosa, hasta unos 15 á 20 cms de profundidad, y de tener concreciones más abundantes en el suelo, las demás características internas son iguales a los tipos ya descritos.

La Victoria, arcilla

Estos son terrenos casi planos con pendientes muy suaves, con drenaje externo pobre, lo que determina que las aguas de lluvia permanezcan sobre los terrenos durante las épocas más húmedas; este problema se agrava con la lentitud de la permeabilidad, que es muy marcada. Actualmente se utilizan para pastos, principalmente grama común. Se cultiva también arroz con buenos rendimientos cuando las condiciones de cultivo son favorables. Toda el área ocupada por este tipo es propia para el cultivo de arroz y caña, pero se requiere proporcionarle agua de riego y procurar la evacuación de las aguas de lluvia, con el fín de facilitar las labores agrícolas.

El suelo tiene un espesor de más o menos 50 cms, arcilloso, granular, de color variable entre marrón muy oscuro y gris muy oscuro con pintas rojo amarillentas. Es suave y contiene una mediana proporción de materia orgánica. El subsuelo tiene dos horizontes principales, el más superficial, de unos 45 cms de espesor, de color gris oscuro con rojo amarillento, con estructura en bloque y nuciforme, arcillosa, plástica y pegajosa en húmeda, algo compacta en seco y poco permeable. La segunda parte del subsuelo es de color marrón amarillento con pintas gris claro que van aumentando con la profundidad. Este material no tiene estructura y es relativamente suelto y algo poroso. La reacción del suelo y subsuelo es medianamente ácida y neutra respectivamente.

Novillera, arcilla

Se encuentra generalmente en sitios relativamente altos y con drenaje externo moderado o bueno, a lo largo del Río Claro en su margen derecha. Está ocupado íntegramente con pastos, pero por sus condiciones de posición y drenaje así como morfológicas, podría utilizarse para cultivos anuales como maíz, fríjol, etc., así como para caña. El drenaje interno es relativamente pobre, lo que hace que en los sitios más planos el agua se estanque en la época de lluvias, requiriéndose obras de drenaje. Para el cultivo de arroz tiene el inconveniente de la irregularidad de su topografía.

Hasta unos 40 cms de profundidad, el color es marrón os

curo, textura arcillosa, ligeramente plástico y provisto de abundante materia orgánica. Estructura granular suave y en bloque. La primera parte del subsuelo, hasta más o menos 1.40 mts de profundidad, es de color marrón amarillento con vetas marrón muy oscuro, arcilloso, plástico y un poco duro. A veces sigue un horizonte franco arcilloso de color gris claro, para pasar luego a una arcilla gris clara, casi blanca, con manchas rojo amarillento; en húmedo plástica y en seco dura. Esta parte del perfil es bastante impermeable. La acidez del suelo es media y la primera parte del subsuelo es neutra. Para cultivos como el maíz convendría encalar ligeramente.

Piedra Grande, arcilla

Este tipo es esencialmente igual al Andalucía franco-arcilloso, tanto en sus características internas como externas, con la diferencia de que en él se presentan concreciones de hierro pequeñas y redondeadas en todo el perfil, excepto en la capa superficial hasta los 10 cms de profundidad. En ciertos casos se presentan horizontes de poco espesor, entre 50 y 80 cms de profundidad, donde el porcentaje de concreciones llega hasta el 60% por volúmen. La textura del horizonte superficial es mas bien arcillosa.

Potosí, arcilla

Se encuentra en un área grande a lo largo de la parte baja del Río Guachinte. Topografía plana con pequeños promontorios de tierra (mogotes) propios de las zonas bajas y húmedas. Solamente una pequeña área ha sido cultivada con arroz y el resto está ocupado por pastos nativos y Pará; en las partes más húmedas se encuentra en abundancia una maleza conocida con el nombre de "cortadera". El drenaje es muy pobre y en los inviernos fuertes las distintas quebradas y caños que lo surcan se desbordan y lo inundan. Con drenaje é irrigación constituiría una magnífica zona arrocera.

El espesor del suelo varía alrededor de los 30 cms. Es de color marrón grisáceo oscuro, en algunos sitios casi negro, con manchas de herrumbre. Muy rico en materia orgánica, suave y de estructura granular o de migajón. El subsuelo es uniformemente arcilloso, gris claro con vetas marrón oscuro ocasionalmente. En algunos sitios se encuentra un horizonte de color oliva pálido, friable entre 1.00 y 1.50 mts de profundidad. Es bastante duro é impermeable, especialmente después de 1.50 mts de profundidad. En los lugares más bajos se encuentra una acumulación de residuos orgánicos sobre la superficie, donde la vegetación dominante está formada por juncos. Estas áreas, pequeñas relativamente, podrían cultivarse con legumbres si se les drena.

Potrerito, arcilla

Este suelo ocurre en situaciones semejantes a las de los tipos Las Mercedes, arcilla y franco. Su uso actual así como su adaptabilidad y mejoramiento son también los mismos. Todo el perfil es arcilloso, poco plástico y pegajoso, pero ligeramente compacto. El suelo, de color marrón, tiene una estructura granular fina medianamente desarrollada. Pobre en materia orgánica, contiene algo de cascajo hasta de 1 cm de diámetro. Su espesor varía entre 25 y 40 cms.

El subsuelo es de color amarillento oscuro que va pasando a rojo amarillento ó amarillo rojizo a medida que se profundiza. La estructura es en bloque fina y granular gruesa. Se observan algunas concreciones y cascajo hasta de 3 cms de diámetro en un 5% en volúmen más o menos. El suelo es frecuentemente ácido y el subsuelo moderadamente ácido.

Potrerito, franco-arcilloso

Sólo se diferencia del anterior en la textura de la capa superficial, en que todo el perfil es algo más oscuro y en que se encuentra cascajo en mayor proporción.

Robles, arcilla

Estos suelos se encuentran en sitios planos o ligeramente ondulados, cerca del Río Cauca. El drenaje externo es malo generalmente, lo que hace que el agua de lluvia se deposite en la superficie, a lo cual contribuye la poca permeabilidad del subsuelo. Se encuentran cubiertos de pastos como grama común y Pará, que se desarrollan bien, pero en el verano sufren por falta de agua. Existen también cultivos de arroz y en algunos lotes se ha practicado el encalado con magníficos resultados en el aumento de las cosechas. Los terrenos de esta serie se adaptan muy bien al cultivo del arroz con excepción de algunas áreas donde el suelo es muy superficial como se verá más adelante. Podrían utilizarse para el cultivo de la caña tambien.

El suelo tiene una profundidad que varía entre 50 y 70 centímetros de espesor, de color gris muy oscuro a negro; arcilla pesada, muy dura en seco, provista de abundante materia orgánica y algunas concreciones de hierro, negras y duras. El subsuelo, hasta una profundidad de 1.40 mts más o menos, está constituído por capas alternativas de arcilla gris clara moteada de rojo y gris muy oscuro; muy compacta é impermeable. A mayor profundidad, la textura se hace arcillo-arenosa, ligeramente cementada é impermeable, de color gris claro con abundantes manchas amarillo rojizo. En algunos sitios por debajo de los dos metros de profundidad, el color es oliva oscuro.

Robles, arcillo-limoso

Se diferencia del tipo anterior en la textura del horizonte superficial y en que el material arcillo-arenoso cementado se encuentra a menos de 1.00 mt de profundidad. Este tipo es relativamente poco extenso y ha sido mapificado en conjunto con el arcilloso. Ocupa lugares ligeramente elevados. El suelo es débilmente ácido y el subsuelo neutro.

Sachamate franco-arcilloso

Se encuentra en terrenos bajos y anegadizos, ligeramente inclinados ú ondulados con pendientes menores del 1%. Se utilizan actualmente para pastos, especialmente grama común. Son naturalmente mal drenados por ser poco permeables y casi planos. En algunas parcelas se ha cultivado arroz con rendimientos bajos. Podrían mejorarse los rendimientos con el empleo de fertilizantes.

El suelo, cuyo espesor varía entre 15 y 25 cms, es de color marrón grisáceo, granular, friable y suave, textura franco - arcillosa, provisto de materia orgánica. Entre el suelo y el subsuelo propiamente dicho, existe regularmente una capa de material gris claro cuando seco y oscuro cuando húmedo, de textura franco arcillosa muy friable y suelto cuando está ligeramente húmedo; es poco plástico y pegajoso, con baja capacidad de retención de humedad (equivalente de humedad, 21.6%). En los terrenos arados esta capa que varía entre 10 y 20 cms de espesor, queda frecuentemente mezclada con tierra de los horizontes vecinos, haciéndose difícil su reconocimiento.

El color del subsuelo varía entre marrón amarillento y rojo amarillento moteado de gris claro. Textura arcillosa, aunque en algunos casos se encuentra un horizonte franco-arcilloso de 1.20 mts de profundidad en adelante. Estructura granular y en bloque bien desarrollada. El subsuelo, por lo menos hasta 1.20 mts de profundidad, es compacto y poco permeable. Se encuentran concreciones de hierro pequeñas y negras distribuídas en el subsuelo, principalmente en la parte superior, las que en algunos casos llegan a ocupar hasta el 10% del volúmen.

San Isidro, arcilla

Lo mismo que el tipo La Victoria arcilla, ocupa lugares casi planos y mal drenados interior y exteriormente. Muy bien adaptado para cultivos de arroz, el cual se siembra en gran escala. Requiere irrigación y avenamiento para su mejor aprovechamiento. Morfológicamente es también semejante al tipo mencionado. Puede utilizarse para el cultivo de la caña.

El espesor del suelo varía entre 30 y 45 cms; de color marrón gris en la superficie y gris muy oscuro más abajo, arcilloso granular, grueso, suave y regularmente provisto de materia

orgánica. El subsuelo es igualmente arcilloso, friable, granular fino. El color es amarillo marrón que va cambiando a amarillo rojizo moteado de gris claro con la profundidad. Por debajo de 1.20 metros de profundidad, se hace algo compacto é impermeable. Después de los 10 cms de profundidad más o menos, se encuentran algunas concreciones suaves de hierro. En el verano el suelo sufre severos agrietamientos. Suelo ligeramente ácido y subsuelo neutro.

San Isidro, franco-arcilloso

Este tipo no se diferencia del anterior sino en la textura de la capa superficial.

Tortuga, arcilla

Al igual que el tipo Ceibal arcilla, estos suelos ocupan un lote bajo y anegadizo cercano al Río Cauca, cruzado por el "caño de Tortugas", cubierto en la actualidad de bosques de "Pino cimarrón" y otros árboles y arbustos tolerantes de la humedad. Una pequeña parte ha sido desmontada y sembrada de pasto Pará. Las inundaciones se deben al desbordamiento del caño de Tortugas.

El suelo y el subsuelo son arcillosos; el horizonte superficial, de unos 20 cms de espesor, es de color gris oscuro a marrón grisáceo y tiene una estructura granular y friable, provista de regular cantidad de materia orgánica y raíces. Debajo de este horizonte hay generalmente otro más oscuro y de estructura en bloque.

El subsuelo es gris oscuro en la primera parte, masivo y duro cuando seco; le sigue una capa de color marrón amarillento moteado de gris claro que va hasta 1.20 mts de profundidad mas o menos, no tan pegajoso y mas suave y friable que las arcillas anteriores. A mayor profundidad, se alternan capas de materiales arcillo-cascajosos y arcillas. En ocasiones no se encuentra cascajo hasta los 2.00 mts de profundidad, y en otras se encuentra este material desde los 80 cms alternando con la arcilla. A veces se encuentran materiales arcillo-cascajosos de color gris oliva oscuro.

Para poder utilizar estos terrenos, es indispensable proveer un buen drenaje y obras de riego. Pueden cultivarse pastos, arroz y caña.

Complejos

Andalucía - Asombro

En este complejo están reunidos los siguientes tipos de suelos: Asombro franco, Esperanza franco, Esperanza franco-arcilloso, Cortijo franco-arcillo-limoso y Piedra Grande arcilla. La mapificación separada de estos tipos se dificultó porque se encuentran íntimamente entremezclados. Las series Asombro, Esperanza y Cortijo tienen subsuelos cascajosos a profundidades variables entre pocos centímetros y 0.80 mts. En la serie Piedra Grande el cascajo se presenta a profundidades superiores a 1.80 mts.

Aunque el tipo Piedra Grande arcilla es adaptable para cultivos de arroz, en el complejo que se está describiendo no se aconseja dicho cultivo, pues el tipo en referencia se presenta en este complejo en muy pequeñas extensiones entremezclado con los tipos Esperanza y Cortijo. La mejor utilización para los terrenos de este complejo es pastos.

Andalucía franco-arcilloso y Asombro franco

Dentro de este complejo se incluye el Andalucía franco-arcilloso y el Asombro franco, cuya mejor utilización hemos visto que es pastos. Se encuentra en pequeños parches, lo que no dificultará el empleo de los terrenos adyacentes para los cultivos que les corresponden.

Ceibal - Tortugas

Los tipos Ceibal arcilla y Tortugas arcilla que forman este complejo, son suelos con características muy similares y adaptables para los mismos cultivos, arroz, pastos y en ciertas secciones la caña de azúcar. Se requerirán obras de drenaje como se recomienda al describir cada tipo separadamente.

San Isidro arcilla y franco-arcilloso

Como se ha visto en la descripción general de los dos tipos que constituyen este complejo, se trata de suelos excelentes para el cultivo de arroz y posiblemente para la caña también. Pueden utilizarse en conjunto para dichos cultivos.

Crucero Sachamate

Está formado por los tipos Crucero franco-arcillo-limoso y Sachamate franco arcilloso. La mayor extensión corresponde al primero. Ambos son mas bien pobres y su mejor utilización se-

ría para pastos, aunque con el empleo de abonos podrían dedicarse al cultivo de arroz y caña.

Cañas Gordas - Crucero

Complejo formado por los tipos Cañas Gordas franco-arcilloso y Crucero arcilla muy entremezclados. Tienen características y adaptabilidad muy similares. Estos terrenos son utilizables para potreros, pero siguiendo las recomendaciones dadas en la descripción de cada tipo, podrían utilizarse para arroz y caña.

Cañas Gordas - Galicia

Constituído por los tipos Cañas Gordas franco-arcilloso y Galicia arcilla, este último en mucha menor proporción. Las recomendaciones dadas para el complejo anterior son las mismas para éste.

Crucero - Esperanza

Este complejo está formado por los tipos Crucero franco arcilloso y Esperanza franco-arcilloso, ocupando este último pequeñas áreas. La utilización que se le puede dar al complejo es la misma recomendada para el Crucero franco-arcilloso.
En caso de sembrar arroz, habrá que dejar sin cultivo aquellas áreas donde el cascajo se encuentra más superficial, que corresponden generalmente a pequeñas elevaciones del terreno.

Esperanza franco y
franco-arcilloso

Los dos tipos que forman este complejo tienen características similares y la utilización recomendable es la misma. Ver las descripciones hechas separadamente para cada tipo.

Potrerito arcilla y
franco-arcilloso

Estos dos tipos, íntimamente mezclados, constituyen un complejo, con características muy similares en cuanto a su adaptabilidad.

Robles arcilla y
arcillo-limoso

El complejo formado por estos dos tipos de suelos ha sido mapificado en conjunto porque el segundo se encuentra en pequeñas extensiones repartidas dentro del primero, que constituye más de las nueve décimas partes del complejo. Para su utilización se deberá tener en cuenta lo recomendado para el tipo arcilloso.

Los diferentes tipos y complejos de suelos descritos en las páginas anteriores, se han mapificado en los dibujos 4, 5 y 6. Algunos de los tipos no aparecen como tales en la leyenda del dibujo Nº 4, debido a que están incluídos en los complejos. Conviene anotar al respecto que los tipos Asombro franco, Cortijo franco-arcillo-limoso y Piedra Grande arcilla, están incluídos en las áreas mapificadas como Andalucía-Asombro; el tipo Ceibal arcilla está incluído en el complejo Ceibal-Tortugas; los tipos Cañas Gordas franco-arcilloso y Crucero arcilla se incluyen en el complejo Cañas Gordas - Crucero; el tipo Crucero, franco-arcillo-limoso, está incluído en el complejo Crucero-Sachamate; el tipo Galicias arcilla, se incluye en el complejo Cañas Gordas-Galicia; y el tipo Crucero franco-arcilloso se incluye en el complejo Crucero - Esperanza.

2. Clasificación de los Suelos por Profundidad y Drenaje

Con el objeto de hacer una agrupación que pueda tener utilidad para el uso de las tierras y para el diseño de las obras de drenaje, la siguiente ordenación parece aconsejable:

1. Suelos profundos con drenaje externo bueno.
2. Suelos profundos con drenaje externo regular.
3. Suelos profundos y mal drenados.
4. Suelos profundos sujetos a inundaciones periódicas.
5. Suelos moderadamente profundos con drenaje externo bueno.
6. Suelos moderadamente profundos y mal drenados.
7. Suelos poco profundos con drenaje variable.

Esta ordenación dá una idea de la profundidad de los suelos y de su drenaje exterior. Es conveniente hacer notorio el hecho de que la generalidad de los suelos poseen drenaje interno que varía de pobre a regular, debido a la poca permeabilidad del subsuelo superior, que en su mayor parte está formado por texturas arcillosas o franco-arcillosas. Esta condición puede mejorarse notablemente por medio de adecuadas obras de drenaje.

La agrupación de los suelos según profundidad y drenaje, aparece en el siguiente cuadro:

GRUPO Nº	NOMBRE DE LA SERIE Y TEXTURA
1 Suelos profundos con drenaje externo bueno	Andalucía, franco-arcilloso Colinas, franco-arcilloso Cortijo, franco-arcillo-limoso Crucero, franco-arcillo-limoso Crucero, franco-arcilloso Egipto, franco-arcilloso Galicia, arcilloso Las Mercedes, arcilloso Las Mercedes, franco Novillera, arcilloso Piedra Grande, arcilloso
2 Suelos profundos con drenaje externo regular	Ceibal, arcillo-limoso Las Delicias, arcilloso Guachinte, franco-arcilloso
3 Suelos profundos y mal drenados.	Ceibal, arcilloso La Esmeralda, franco-arcilloso Las Mercedes, franco-arcillo-limoso La Victoria, arcilloso Potosí, arcilloso Robles, arcilloso Sachamate, franco-arcilloso San Isidro, arcilloso San Isidro, franco arcilloso
4 Suelos sujetos a inundaciones periódicas.	Río Cauca, arcilloso Río Cauca, franco-arcillo-limoso Las Delicias, franco-arcillo-limoso Tortugas, arcilloso
5 Suelos moderadamente profundos con drenaje externo bueno.	Asombro, franco Potrerito, arcilloso Potrerito, franco arcilloso

GRUPO Nº	NOMBRE DE LA SERIE Y TEXTURA
6 Suelos moderadamente profundos y mal drenados	Cazucá, franco-arcilloso
7 Suelos poco profundos con drenaje variable	Cañas Gordas, franco-arcilloso Curazao, franco-arcilloso La Esperanza, franco La Esperanza, franco-arcilloso Robles, arcillo-limoso

Del cuadro anterior se deduce que los suelos de los grupos 1 y 5 son los que tienen mejor drenaje externo, y por consiguiente requieren obras de avenamiento muy simples después de ejecutado el proyecto de irrigación, para evitar los encharcamientos producidos por las aguas sobrantes del riego. Los grupos 2 y 7 requieren obras más cuidadosas, pero no costosas. Los grupos 3, 4 y 6 son suelos con drenaje pobre y que requieren obras de drenaje especiales.

3. Clases de Tierras

Para tener una idea de la calidad y potencialidad de las tierras del proyecto, se han clasificado de acuerdo al "Indice Storie" de valoración, lo que dió como orígen tres clases diferentes de tierras: buenas, medianas y pobres. Esta agrupación se ha mapificado en el "Plano General de Suelos", Dibujo Nº 3.

El "Indice Storie" fue desarrollado en la Universidad de California para la evaluación de los suelos, con el fín de determinar, especialmente, su adaptabilidad para la irrigación. El índice se ha adaptado ligeramente a nuestras condiciones, para poder valorar suelos en el trópico, donde existen cultivos en condiciones diferentes a las de los Estados Unidos de Norteamérica.

El Indice Storie comprende los factores estables de los suelos, tales como perfil, textura, profundidad y topografía; y las condiciones modificables como drenaje, fertilidad, acidez, y microrrelieve. Estos últimos pueden ser cambiados por la mano del hombre en forma favorable ó desfavorable, según el control y funcionamiento de las obras de irrigación y drenaje que se establez

can y según el manejo que se le dé a los suelos.

Cada uno de los factores anteriores tiene un valor de 100%, y si la tierra es excelente, su índice será de 100%. Este índice no se promedia, ni se suman sus factores; es el resultado de multiplicarlos entre sí. Asi, un suelo que tenga todos sus factores en 100% excepto uno que sea bajo, éste último determina la valoración del suelo. Veamos un ejemplo: un suelo tiene 100% en cinco factores, pero el sexto, por profundidad del perfil, tiene solo 30%; el índice será de 30% o sea pobre, pues sólo tiene 10 cms de tierra laborable, a pesar de ser buenos los otros factores. La profundidad determina el uso de esa tierra, que en este caso es muy limitado.

Veamos ahora las condiciones que sirven para valorar cada uno de los factores:

Factor A = Perfil.- Este factor se valora de acuerdo con las características del perfil que están determinadas por: a) su profundidad aprovechable para la penetración de las raíces y del agua, b) su permeabilidad, para conocer la forma en que el agua se mueve dentro del perfil, c) la facilidad para laborar el suelo a diferentes profundidades y con amplias condiciones de humedad y d) las condiciones económicas sobre su explotación y drenaje interno.

Factor B = Textura.- Valoración en base de la textura de la primera capa del suelo (tipo). Si el tipo es muy superficial (10 a 15 centímetros), se considera la textura del subsuelo superior. Las texturas ideales para riego, son las llamadas medianas, ó sean aquellas en que las arenas, limos y arcillas se hallan combinadas en proporciones favorables, dando orígen a un suelo de fácil laboreo, buen drenaje interno, buena permeabilidad, facilidad para absorber el agua y retenerla, buena penetración de las raíces y condiciones favorables para el desarrollo de una buena fertilidad. Los suelos muy arenosos o muy arcillosos son de difícil manejo y requieren cultivos y prácticas especializadas.

Factor C = Topografía.- La valoración se hace aquí sobre la base de la pendiente del suelo. Cuanto más plano el suelo, mayores posibilidades de explotarlo en forma económica, y vice versa.

Factor X = Varios.- Se incluyen aquí aquellos factores que son modificables y que pueden por lo tanto variarse con la mano del hombre. Son éstos drenaje, fertilidad, acidez, erosión y microrrelieve.

La clasificación de las tierras del proyecto según el "Indice Storie" de valoración es como sigue:

CLASES DE TIERRAS	VALORACION DEL TIPO DE SUELO	NOMBRE DE LA SERIE Y TEXTURA
A	73%	Las Mercedes, franco
	72%	Río Cauca, franco-arcillo-limoso
Tierras buenas Indice de 60 a 79%	72%	Egipto, franco-arcilloso
	65%	Las Delicias, franco-arcillo-limoso
	65%	Colinas, franco-arcilloso
	61%	Guachinte, franco-arcilloso
B	57%	Ceibal, arcillo-limoso
	52%	Las Mercedes, franco-arcillo-limoso
	49%	La Victoria, arcilloso
	48%	Río Cauca, arcilloso
	46%	Las Delicias, arcilloso
	46%	Novillera, arcilloso
	46%	Sachamate, franco-arcilloso
Tierras medianas Indice de 40 a 59%	44%	Cuzacá, franco-arcilloso
	44%	La Esmeralda, franco-arcilloso
	41%	Tortugas, arcilloso
	58%-46%	Complejo Crucero-Sachamate
	49%-41%	Complejo Potrerito arcilla y franco-arcilloso
	41%-41%	Complejo Ceibal-Tortugas
C Tierras Pobres Indice de 20 a 39%	37%	Potosí, arcilloso
	38%-31%	Complejo Cañas Gordas-Galicia
	27%-23%	Complejo Esperanza franco y franco-arcilloso
A-B Tierras buenas y medianas en complejos. Indice de 40 a 79%	51%-72%	San Isidro, arcilloso y franco-arcilloso
	65%-46%	Andalucía franco arcilloso y Asombro franco
B-C Tierras medianas y pobres en complejos Indice de 20 a 59%	38%-46%	Cañas Gordas, franco arcilloso y Crucero arcilloso
	41%-25%	Robles, arcilloso y arcillo-limoso

CLASES DE TIERRAS	VALORACION DEL TIPO DE SUELO	NOMBRE DE LA SERIE Y TEXTURA
A-B-C	65%-23%	Crucero, franco-arcilloso y La Esperanza, franco-arcilloso
Tierras buenas, medianas y pobres en complejos Indice de 20 a 79%	65%	Piedra Grande, arcilloso
	27%	La Esperanza, franco
	46%	Cortijo, franco-arcillo-limoso
	46%	Asombro, franco
	23%	La Esperanza, franco-arcilloso
	65%	Andalucía, franco-arcilloso

Nota: Las tierras A y A-B, ocupan un 30% del área bruta; las tierras B y B-C, un 70% del área bruta; las C y A-B-C están incluídas en el 25% de las tierras planas nó consideradas en el "área bruta".

Según la anterior clasificación, vemos que en la zona que abarca el proyecto predominan las "tierras medianas", existiendo un pequeño porcentaje de "tierras pobres". La puntuación baja de algunas áreas de la zona, se debe a los factores textura, drenaje, fertilidad y acidez. Sin embargo, la mayor parte de estos factores son modificables. El drenaje, por ejemplo, está íntimamente ligado a la textura y topografía de los suelos, y sería difícil predecir el resultado final después de ejecutar las obras de drenaje, y conocer por lo tanto el aumento en la puntuación de los respectivos suelos, pero indiscutiblemente que con un buen drenaje éstas mejorarán. La poca fertilidad y la acidez de algunos suelos, determinan una puntuación baja, pero estos factores pueden corregirse, aumentando así la valuación. En algunos suelos habrá que usar diferentes fertilizantes y cal para igualarlos en fertilidad a los suelos adyacentes. El resultado económico se conocerá solamente después de haber experimentado cultivos con riego artificial y fertilizantes.

4. Mejoramiento de los Suelos

La ejecución de obras de irrigación y de drenaje traerá como consecuencia un mejoramiento de los factores modificables, tales como drenaje, fertilidad, acidez, etc., y por consiguiente un aumento en la puntuación ó valoración de las tierras. Por tanto es posible que suelos que en la actualidad tienen índices con apreciación de "tierras buenas", pasen a excelentes, y algunas de las "medianas" a "buenas". La clasificación de tierras que se presenta con este informe, representa el índice y potencialidad de los suelos tal como se encuentran en el presente. No es fácil

predecir el índice de mejoramiento futuro, pues ello depende del planeamiento y construcción de las obras de irrigación y de drenaje así como de la operación del sistema de riego y de la distribución adecuada de las aguas, y del manejo de los diferentes suelos. Obras bien planeadas y mejor construídas, operación eficiente del sistema y buen control en la distribución y aplicación de las aguas de regadío, conjuntamente con el buen manejo de los suelos por parte del agricultor, resultará en óptimos rendimientos de las tierras y aumento en sus respectivos índices de valoración.

5. Adaptación de los Suelos del Proyecto

Debido a la formación física de los suelos de la zona que abarca el proyecto, puede decirse que se trata de una zona esencialmente arrocera, siguiéndole en importancia la caña de azúcar, los pastos, el cacao y los plátanos. Algunas áreas pueden dedicarse a otros cultivos, con el empleo de fertilizantes y drenaje eficiente. Con buenas obras de irrigación y drenaje y con el empleo de fertilizantes apropiados en algunos suelos, es posible, en un futuro no muy lejano, hacer de esta zona una región agrícola y ganadera muy rica. Sus suelos son de difícil manejo, debido a sus texturas pesadas, pero de muy buena potencialidad y posibles de mejorarse.

En el cuadro siguiente se presenta la adaptación de los diferentes suelos, según su mejor uso para cultivos.

NOMBRE DE LA SERIE Y TEXTURA	ADAPTACION
Andalucía, franco-arcilloso	Arroz, caña, plátano, algodón, maíz, fríjol, soya, yuca y frutales.
Asombro, franco	Maíz, caña, arroz, plátano, fríjol, soya y algunos frutales.
Cañas Gordas, franco-arcilloso	Arroz y pastos
Cañas Gordas, franco-limoso	Arroz, caña, plátano, maíz, algodón.
Río Cauca, arcilloso	Arroz, caña, cacao, plátano. Con buen drenaje, maíz, algodón, frutales y legumbres.

NOMBRE DE LA SERIE Y TEXTURA	ADAPTACION
Río Cauca, franco-arcillo-limoso	Arroz, caña, cacao, plátano. Con buen drenaje, maíz, algodón, frutales, legumbres.
Cazucá, franco-arcilloso	Arroz, caña, pastos. Con drenaje eficiente, maíz, plátano, algodón.
Ceibal, arcilloso	Arroz y pastos. Con buen drenaje plátano y caña.
Ceibal, arcillo-limoso	Arroz, caña, plátano, cacao. Con buen drenaje, maíz, algodón, fríjol, soya.
Colinas, franco-arcilloso	Arroz, caña, cacao, maíz, plátano.
Cortijo, franco-arcillo-limoso	Arroz, caña, plátano, cacao, maíz, algodón.
Crucero, arcilloso	Arroz, caña, plátano, maíz, fríjol, soya y algunos frutales.
Crucero, franco-arcilloso	Arroz, caña, plátano, maíz, algodón y algunos frutales.
Crucero, franco-arcillo-limoso	Arroz, caña, plátano.
Curazao, franco-arcilloso	Arroz y pastos
Las Delicias, arcilloso	Arroz, caña, plátano, cacao. Con buen drenaje maíz y algodón
La Esmeralda, franco-arcilloso	Arroz y pastos. Con drenaje eficiente, caña y plátano.
La Esmeralda, franco	Arroz y pastos. Con buen drenaje, maíz, yuca, algodón y otros
Las Delicias, franco-arc-limoso	Caña, arroz, plátano, cacao. Con buen drenaje maíz, fríjol, algodón, frutales y legumbres.
Egipto, franco-arcilloso	Arroz, caña, plátano, cacao, maíz, algodón, fríjol y soya.

NOMBRE DE LA SERIE Y TEXTURA	ADAPTACION
La Esperanza, franco-arcilloso	Arroz y pastos. Con fertilizantes, maíz, algodón y yuca.
Galicia, arcilloso	Arroz y pastos. Con fertilizantes, maíz, yuca y algodón.
Guachinte, franco-arcilloso	Arroz, caña, cacao y plátano. Con buen drenaje, maíz, yuca, fríjol y algunos frutales.
Las Mercedes, arcilloso	Arroz, caña, plátanos y maíz.
Las Mercedes, franco	Arroz, caña, plátano, cacao, maíz, soya, fríjol y algunos frutales.
Las Mercedes, franco-arc-limoso	Arroz, caña, plátano. Con buen drenaje, maíz, algodón y otros
La Victoria, arcilloso	Arroz, caña, cacao y plátano. Con buen drenaje, legumbres, maíz, algodón y fríjol.
Novillera, arcilloso	Arroz, caña, plátano y cacao.
Piedra Grande, arcilloso	Arroz, caña, plátano, cacao, maíz, algodón, soya, fríjol y algunos frutales.
Potosí, arcilloso	Arroz y pastos. (Suelo difícil de drenar eficientemente).
Potrerito, arcilloso	Arroz, caña y maíz.
Potrerito, franco-arcilloso	Arroz, caña y maíz.
Robles, Arcilloso	Arroz, caña y plátano. Con drenaje eficiente, maíz, algodón y otros.
Robles, arcillo-limoso	Arroz y pastos.
Sachamate, franco-arcilloso	Arroz y pastos. Con buen drenaje y fertilizantes, caña, plátano y maíz.

NOMBRE DE LA SERIE Y TEXTURA	ADAPTACION
San Isidro, arcilloso	Arroz, caña, plátano y cacao. Con buen drenaje maíz, algodón y algunos frutales.
San Isidro, franco-arcilloso	Arroz y pastos. Con buen drenaje, caña, plátano, cacao, maíz, fríjol y algunos frutales.
Tortugas, arcilloso	Arroz y pastos. Con buen drenaje, plátano, caña, cacao y otros.

Nota: Todos los cultivos requieren buen drenaje, aún el arroz para el tiempo de la cosecha. Como algunos suelos son difíciles de drenar en forma eficiente, se han anotado los cultivos que tolerarían más el drenaje imperfecto que otros. Cuando se dice "con buen drenaje", se supone que se pueden hacer los otros cultivos indicados, siempre que se dote a esos suelos de un drenaje artificial bueno, de lo contrario no se debe intentar su cultivo.

6. Conclusiones

1. La actual explotación de las tierras y los rendimientos y utilidades obtenidos no corresponden al costo y calidad de las mismas. Ello se debe, en parte, a la falta de obras de drenaje adecuadas y principalmente de irrigación de las magníficas tierras agrícolas, y en parte, a la desidia ó ignorancia en materia de agricultura por parte de los propietarios o cultivadores.

2. De acuerdo a la clasificación efectuada usando el "Indice Storie" para la valoración de los suelos, existen tres clases de tierras: buenas, medianas y pobres. Predominan las tierras "medianas", que ocupan el 70% del área; las tierras "buenas" ocupan el 30%. El pequeño porcentaje de tierras "pobres" está incluído en el 25% del área plana no considerada en el "área bruta".

3. Los factores que hacen que la puntuación en algunas áreas no sea muy favorable, son principalmente textura, drenaje, fertilidad y acidez. La mayor parte de estos factores son modificables, por medio de obras de irrigación y drenaje y por el buen manejo de los suelos. Luego es de esperar que una vez ejecutadas las obras, se mejore la valoración de la mayor parte de los suelos.

No es posible predecir el mejoramiento en la puntuación de los diferentes suelos, por lo que la valoración hecha representa las condiciones actuales de las tierras.

4. Todos los suelos de la zona son aptos para cultivos de arroz y pastos, siguiéndole en importancia la caña de azúcar, el plátano y al cacao. Con obras efectivas de drenaje se podrán adaptar diversos cultivos, ya que la formación y constitución física de los suelos los hacen aptos para la mayor parte de los cultivos predominantes en la región. La textura de los suelos los hace de difícil manejo bajo irrigación, pero las buenas prácticas de riego y de manejo de suelos, usando los cultivos apropiados, dará como resultado muy buenos rendimientos económicos.

5. Con el fín de fomentar el desarrollo agrícola y ganadero de la zona y derivar óptimos beneficios, habrá que instalar un sistema general de irrigación, con miras a obtener la mejor y más económica utilización de las fuentes de agua existentes. Deberá establecerse un extricto control en la distribución y suministro de agua a los diferentes propietarios, con el objeto de que utilicen el agua para los cultivos recomendados, inclusive pastos, de acuerdo con los reconocimientos de suelos efectuados. Debe restringirse el empleo excesivo de agua en la aplicación de riego, imponiendo tarifas adecuadas y estableciéndo un régimen efectivo de sanciones. Al ejecutar las obras de drenaje para aumentar y mejorar las áreas cultivadas, debe obligarse a los cultivadores a disponer adecuadamente de las aguas sobrantes de riego, haciendo uso de los dispositivos de avenamiento.

6. Es de primordial importancia, ilustrar a los agricultores sobre las prácticas de cultivo y manejo de suelos que deben seguir, para evitar el deterioro de los suelos.

ANALISIS MECANICO Y EQUIVALENTE DE HUMEDAD DE ALGUNOS TIPOS DE SUELOS

Tipos	Profundidad, cms.	Análisis Mecánico % Arenas	Limo	Arcilla	Equivalente de Humedad %
Colinas, franco-arcills	5-18	29.7	44.9	25.4	25.2
" " "	18-50	28.7	39.2	32.2	----
Cañas Gordas, franc-arc.	0-11	21.8	45.9	32.3	34.6
" " " "	11-37	15.5	34.3	50.2	----
" " " "	100-125	15.4	33.5	51.1	----
Las Mercedes, arcilla	0-34	18.1	35.2	46.7	31.8
" " "	34-68	11.9	35.1	53.0	----
" " "	68-	14.0	39.3	46.7	----
Las Mercedes, franco	0-26	35.0	38.2	26.8	32.8
" " "	26-53	24.5	26.8	48.7	----
" " "	53-90	17.8	24.5	57.7	----
Delicias, arcilla	0-40	22.5	36.2	41.3	46.7
" "	40-110	17.6	32.8	49.6	----
San Isidro, arcilla	0-20	22.8	35.3	41.9	35.7
" " "	20-40	29.8	27.1	43.1	----
" " "	40-80	16.2	27.6	56.2	----
Cauca, franc-arc-limoso	70-105	55.2	15.1	29.7	25.7
Egipto, franco-arcillo	6-30	22.1	37.5	40.4	34.1
" " "	30-55	19.2	29.8	51.0	38.7
" " "	55-85	26.0	28.2	45.8	38.2
" " "	85-110	14.7	30.7	54.6	46.0
" " "	110-	10.2	27.5	62.3	46.8
Potrerito, franc-arcill	80-110	16.1	25.2	58.7	49.5
Potrerito, arcilla	70-80	16.3	14.7	69.0	42.6
" "	90-160	18.0	14.0	68.0	41.2
Potosí, arcilla	30-110	9.5	23.5	67.0	54.2
" "	110-150	18.0	40.0	42.0	57.9
" "	150-	14.0	42.2	43.8	41.5
Ceibal, arcilla	20-30	19.0	28.5	52.5	28.0
Crucero, franc-arcillos	0-14	27.1	38.8	34.1	34.5
" " "	14-40	24.9	35.9	39.2	----
" " "	40-100	18.0	33.3	48.7	----
Sachamate, franco-arc.	25-43	27.6	36.3	35.8	21.6
Cauca, arcilla	0-8	15.3	36.2	48.5	39.8
" "	8-42	16.8	38.1	45.1	----
" "	42-140	14.6	49.1	36.3	----
" "	140-	15.2	54.5	30.3	----

A P E N D I C E C

RELACION DE POZOS EN LOS QUE SE HAN OBSERVADO
VARIACIONES DEL NIVEL FREATICO

RELACION DE POZOS EN LOS QUE SE HAN OBSERVADO VARIACIONES DEL NIVEL FREATICO

Nota: La mayor parte de los pozos han sido revestidos con guadua. Las profundidades de los pozos y de los niveles freáticos han sido medidas a partir del nivel del suelo.

Pozo Nº	Fecha	Profundidad Pozo Mts.	Profundidad Nivel Freático. Mts.	Diferencias Tiemp Días	Diferencias Prof. Mts.	Diferencias Sentido	Observaciones
J-12	Feb. 23	4.30	4.00	--	----	----	
	Abr. 9	3.80	2.90	46	1.10	Sube	Tapado 0.50 m.
Elevac.	May. 18	4.30	0.80	39	2.10	Sube	
959.75	Jun. 28	----	2.15	41	1.35	Baja	
	Set. 10	3.85	Seco	74	1.70	Baja	Tapado 0.45 m.
J-13	Feb. 23	4.70	4.20	--	----	----	
	Abr. 9	2.35	Seco	46			Tapado 2.35 m.
Elevac.	May. 18	4.70	2.57	39	0.22	Sube	
960.24	Jun. 28	1.67	Seco	41	----	----	Tapado 3.03 m.
	Set. 10	1.77	Seco	74	----	----	Tapado 2.93 m.
J-14	Feb. 24	4.10	3.60	--	----	----	
	Abr. 9	2.60	Seco	45	----	----	Tapado 1.50 m.
Elevac.	May. 19	4.10	1.22	40	1.38	Sube	
960.67	Jul. 2	----	1.62	44	0.40	Baja	
	Set. 9	2.12	Seco	69	0.50	Baja	Tapado 1.38 m.
J-16	Feb. 25	5.10	4.70	--	----	----	
	Abr. 9	3.70	Seco	44	----	----	Tapado 1.40 m.
Elevac.	May. 19	5.10	2.20	40	1.50	Sube	
961.68	Jul. 10	----	2.50	52	0.30	Baja	
	Set. 9	3.90	Seco	61	1.40	Baja	Tapado 1.20 m.
J-18	Feb. 26	4.20	4.00	--	----	Sube	
	Abr. 9	----	1.80	43	2.20	Sube	
Elevac.	May. 20	4.20	0.21	41	1.59	Baja	
962.28	Jul. 2	----	1.61	43	1.40	Baja	
	Set. 9	----	2.41	69	0.80	Baja	

Pozo Nº	Fecha	Profundidad Pozo Mts.	Profundidad Nivel Freático. Mts.	Diferencias Tiemp días	Diferencias Prof. Mts.	Diferencias Sentido	Observaciones
J-19	Feb.27	4.50	4.20	--	----	----	
	Abr. 9	----	3.85	42	0.35	Sube	
Elevac.	May.20	4.50	1.25	41	2.60	Sube	
961.91	Jul. 2	----	1.50	43	0.25	Baja	
	Set. 9	----	1.85	69	0.35	Baja	
J-21	Feb.28	3.00	2.20	--	----	----	
	Abr. 8	----	1.55	40	0.65	Sube	
Elevac.	May.20	3.00	0.02	42	1.53	Sube	
963.52	Jul. 2	----	1.32	43	1.30	Baja	
	Set. 9	----	1.57	69	0.25	Baja	
J-23	Mar. 1	4.20	3.90	--	----	----	
	Abr. 8	----	2.00	38	1.90	Sube	
Elevac.	May.22	4.20	0.35	44	1.65	Sube	
964.83	Jul. 2	----	1.60	41	1.25	Baja	
	Set. 9	1.45	Seco	69	----	----	Tapado 2.75 m.
J-25	Mar. 2	6.10	Seco	--	----	----	
	Abr. 8	----	2.80	37	3.30	Sube	
	May.22	6.10	3.25	44	0.45	Baja	
	Jul. 2	----	3.85	41	0.60	Baja	
	Set. 9	2.95	Seco	69	----	----	Tapado 3.15 m.
J-26	Mar. 3	2.65	2.65	--	----	----	
	Abr. 8	----	2.25	36	0.40	Sube	
Elevac.	May.24	2.65	1.15	46	1.10	Sube	
966.29	Jul. 2	----	1.80	39	0.65	Baja	
	Set. 9	2.30	Seco	69	0.50	Baja	Tapado 0.35 m.
J-27	Mar. 3	6.10	5.70	--	----	----	
	Abr. 8	----	2.10	36	3.60	Sube	
Elevac.	May.24	6.10	0.95	46	1.15	Sube	
966.54	Jul. 2	----	1.05	39	0.10	Baja	
	Set. 9	----	2.25	69	1.20	Baja	

Pozo Nº	Fecha	Profundidad Pozo Mts.	Profundidad Nivel Freático. Mts.	Diferencias Tiemp Días	Diferencias Prof. Mts.	Diferencias Sentido	Observaciones
J-29	Mar. 5	6.30	Seco	---	------	------	
	Abr. 8	----	4.50	34	1.80	Sube	
Elevac.	May.24	6.30	4.55	46	0.05	Baja	
968.30	Jul. 2	----	4.00	39	0.55	Sube	
	Set. 9	3.85	Seco	69	------	------	Tapado 2.45 m.
J-31	Mar. 8	5.10	Seco	---	------	------	
	Abr. 8	----	2.95	31	2.15	Sube	
Elevac.	May.24	5.10	2.43	46	0.52	Sube	
969.31	Jul. 2	----	3.13	39	0.70	Baja	
	Set. 9	3.98	Seco	69	0.85	Baja	Tapado 1.12 m.
J-32	Mar. 9	5.90	4.80	---	------	------	
	Abr. 8	----	2.85	30	1.95	Sube	
Elevac.	May.25	5.90	1.85	47	1.00	Sube	
969.37	Jun.30	----	2.25	36	0.40	Baja	
	Set. 8	3.85	Seco	70	1.60	Baja	Tapado 2.05 m.
J-33	Mar.10	5.25	4,70	---	------	------	
	Abr. 8	----	1.90	29	2.80	Sube	
Elevac.	May.25	5.25	1.88	47	0.02	Sube	
969.63	Jun.30	----	2.13	36	0.25	Baja	
	Set. 8	----	3.63	70	1.50	Baja	
J-34	Mar.10	4.40	3.80	---	------	------	
	Abr. 8	----	2.60	29	1.20	Sube	
Elevac.	May.25	4.40	0.60	47	2.00	Sube	
970.34	Jun.30	----	1.80	36	1.20	Baja	
	Set. 8	----	3.15	70	1.35	Baja	
J-36	Mar.11	3.55	3.00	---	------	------	
	Abr. 7	----	1.35	27	1.65	Sube	
Elevac.	May.25	3.55	0.33	48	1.02	Sube	
969.65	Jun.30	----	1.13	36	0.80	Baja	
	Set. 8	----	2.43	70	1.30	Baja	

Pozo Nº	Fecha	Profundidad Pozo Mts.	Profundidad Nivel Freático. Mts.	Diferencias Tiemp Días	Diferencias Prof. Mts.	Diferencias Sentido	Observaciones
J-40	Mar.12	4.10	3.50	--	----	----	
	Abr. 7	----	2.40	26	1.10	Sube	
Elevac.	May.25	4.10	0.60	48	1.80	Sube	
970.73	Jun.30	----	1.40	36	0.80	Baja	
	Set. 8	----	2.15	70	0.75	Baja	
J-43	Mar.15	4.30	3.10	--	----	----	
	Abr. 7	----	2.75	23	0.35	Sube	
Elevac.	May.26	4.30	0.76	49	1.99	Sube	
972.46	Jun.30	----	1.46	35	0.70	Baja	
	Set. 8	2.86	Seco	70	1.40	Baja	Tapado 1.44 m.
J-45	Mar.16	2.25	1.65	--	----	----	
	Abr. 7	----	1.05	22	0.60	Sube	
Elevac.	May.26	2.25	0.43	49	0.62	Sube	
971.45	Jun.30	----	0.78	35	0.35	Baja	
	Set. 8	0.00	----	70	----	----	Tapado Totalmte.
J-47	Mar.16	2.60	2.25	--	----	----	
	Abr. 7	2.35	Seco	22	0.10	Baja	
Elevac.	May.28	2,60	1.50	51	0.85	Sube	
974.62	Jun.30	----	2.10	33	0.60	Baja	
	Set. 8	2.35	Seco	70	0.25	Baja	Tapado 0.25 m.
J-48	Mar.16	2.95	1.65	--	----	----	
	Abr. 7	----	1.25	22	0.40	Sube	
Elevac.	May.28	2.95	0.05	51	1.20	Sube	
973.47	Jun.30	----	0.70	33	0.65	Baja	
	Set. 8	1.95	Seco	70	1.25	Baja	Tapado 1.00 m.
J-49	Mar.18	2.80	2.50	--	----	----	
	Abr. 7	----	1.80	20	0.70	Sube	
Elevac.	May.28	2.80	1.50	51	0.30	Sube	
974.94	Jun.30	----	1.95	33	0.45	Baja	
	Set. 8	2.75	Seco	70	0.80	Baja	Tapado 0.05 m.

Pozo Nº	Fecha	Profundidad Pozo Mts.	Profundidad Nivel Freático. Mts.	Diferencias Tiemp Días	Diferencias Prof. Mts.	Diferencias Sentido	Observaciones
J-53	Mar.23	3.40	1.00	--	----	----	
	Abr. 6	----	0.65	14	0.35	Sube	
Elevac.	May.31	3.40	0.10	55	0.55	Sube	
975.82	Jun.25	----	1.75	25	1.65	Baja	
	Set. 8	----	2.35	75	0.60	Baja	
J-56	Mar.23	3.10	2.10	--	----	----	
	Abr. 6	----	1.50	14	0.60	Sube	
Elevac.	May.31	3.10	0.18	55	1.32	Sube	
978.74	Jun.24	----	1.43	24	1.25	Baja	
	Set. 8	----	2.63	76	1.20	Baja	
J-58	Mar.24	2.30	1.90	--	----	----	
	Abr. 6	----	1.90	13	0.00	Sube	Estable
Elevac.	May.31	2.30	0.80	55	1.10	Baja	
979.28	Jun.24	----	1.50	24	0.70	Baja	
	Set. 8	----	1.95	76	0.45	----	
J-62	Mar.29	3.60	3.30	--	----	----	
	Abr. 6	----	1.95	8	1.35	Sube	
Elevac.	Jun. 1	3.60	0.93	56	1.02	Sube	
983.72	Jun.24	----	0.93	23	0.00	----	Estable
	Set. 8	----	2.13	76	1.20	Baja	
J-63	Mar.30	3.90	3.40	--	----	----	
	Abr. 5	----	2.65	6	0.75	Sube	
Elevac.	Abr.20	3.90	0.20	15	2.45	Sube	
984.53	Jun.24	----	2.20	61	2.00	Baja	
	Set. 8	----	2.20	76	0.00	----	Estable
J-71	Abr.21	2.55	1.60	--	----	----	
Elevac.	Jul. 6	----	1.20	76	0.40	Sube	
999.00	Set.23	1.90	Seco	79	0.70	Baja	Tapado 0.65 m.

Pozo Nº	Fecha	Profundidad Pozo Mts.	Profundidad Nivel Freático. Mts.	Diferencias Tiemp Días	Diferencias Prof. Mts.	Diferencias Sentido	Observaciones
J-72	Abr.21	1.65	0.50	--	----	----	
Elevac.	Jul. 6	----	0.85	76	0.35	Baja	
991.62	Set.23	0.00	----	--	----	----	Destruído
J-73	Abr.22	5.35	5.35	--	----	----	
Elevac.	Jul. 6	3.15	Seco	75	----	----	Tapado 2.20 m.
987.79	Set.23	3.05	Seco	79	----	----	Tapado 2.30 m.
J-74	Abr.22	2.80	1.00	--	----	----	
Elevac.	Jul. 6	----	2.05	75	1.05	Baja	
989.52	Set.23	2.20	Seco	79	0.15	Baja	Tapado 0.60 m.
J-75	Abr.24	2.70	2.10	--	----	----	
Elevac.	Jul. 6	----	1.75	73	0.35	Sube	
978.08	Set.23	2.00	Seco	79	0.25	Baja	Tapado 0,70 m.
J-76	Abr.26	4.00	2.35	--	0.00	----	
Elevac.	Jul. 6	----	1.49	71	0,86	Sube	
984.00	Set.23	----	1.89	79	0.40	Baja	
J-77	Abr.27	1.65	1.00	--	----	----	
Elevac.	Jul. 7	----	1.40	71	0.40	Baja	
985.28	Jul.22	1.65	Seco	15	0.25	Baja	
	Set.23	1.65	Seco	68	----	----	
J-78	Abr.27	4.00	3.30	--	----	----	
	Jul. 7	1.60	Seco	71	----	----	Tapado 2.40 m.
Elevac.	Jul.22	----	2.15	15	1.30	Sube	
976.82	Set.23	----	2.60	68	0.45	Baja	
J-79	Abr.28	2.30	2.00	--	----	----	
Elevac.	Jul. 7	----	1.70	70	0.30	Sube	
984.44	Set.23	1.90	Seco	68	0.20	Baja	Tapado 0.40 m.

Pozo Nº	Fecha	Profundidad Pozo Mts.	Profundidad Nivel Freático. Mts.	Diferencias Tiemp Días	Diferencias Prof. Mts.	Diferencias Sentido	Observaciones
J-80	Abr.28	4.20	3.90	—	—	—	
Elevac.	Jul. 7	—	3.15	70	0.75	Sube	
975.85	Set.23	3.50	Seco	78	0.35	Baja	Tapado 0.70 m.
J-81	Abr.30	5.00	3.80	—	—	—	
Elevac.	Jul. 6	—	3.15	67	0.65	Sube	
976.88	Set.23	—	2.45	79	0.30	Sube	
J-82	May. 4	2.90	2.00	—	—	—	
Elevac.	Jul. 7	—	1.90	64	0.10	Sube	
991.40	Set.22	2.40	Seco	77	0.50	Baja	Tapado 0.50 m.
J-83	May. 4	4.35	4.25	—	—	—	
Elevac.	Jul. 7	4.20	Seco	64	—	—	Tapado 0.15 m.
995.13	Set.23	4.20	Seco	78	—	—	" " "
J-84	May. 5	3.00	2.50	—	—	—	
Elevac.	Jul. 7	1.90	Seco	63	—	—	Tapado 1.10 m.
991.06	Jul.22	1.90	Seco	15	—	—	" " "
J-85	May.10	3.10	2.60	—	—	—	
Elevac.	Jul. 8	2.70	Seco	59	0.10	Baja	Tapado 0.40 m.
984.58							
J-86	May.10	3.00	1.40	—	—	—	
Elevac.	Jul.22	—	1.38	73	0.02	Sube	
977.60	Set.23	—	2.03	63	0.65	Baja	
J-87	May.11	2.60	1.25	—	—	—	
Elevac.	Jul. 8	—	1.35	58	0.10	Baja	
974.00	Set.23	—	1.55	77	0.20	Baja	
J-88	May.13	3.90	3.35	—	—	—	
Elevac.	Jul. 7	—	2.00	55	1.35	Sube	
977.00	Set.23	—	2.10	78	0.10	Baja	

Pozo Nº	Fecha	Profundidad Pozo Mts.	Profundidad Nivel Freático. Mts.	Diferencias Tiemp Días	Diferencias Prof. Mts.	Diferencias Sentido	Observaciones
J-89	May.14	2.60	1.50	--	----	----	
Elevac.	Jul. 8	----	1.60	55	0.10	Baja	
971.56	Set.23	1.50	Seco	77	----	----	Tapado 1.10 m.
J-90	May.14	2.60	1.40	--	----	----	
Elevac.	Jul. 8	----	1.45	55	0.05	Baja	
968.80	Set.23	1.80	Seco	77	0.35	Baja	Tapado 0.80 m.
J-92	May.17	2.00	0.80	--	----	----	
Elevac.	Jul. 8	----	1.45	52	0.65	Baja	
970.08	Set.23	----	1.55	77	0.10	Baja	
J-93	May.17	2.50	1.60	--	----	----	
Elevac.	Set.23	----	1.60	129	0.00	----	
972.00							
J-98	Jun. 4	1.25	1.10	--	----	----	
Elevac.	Jul.10	0.80	Seco	36	----	----	Tapado 0.45 m.
	Set.22	0.80	Seco	74	----	----	" " "
J-99	Jun. 4	2.20	2.05	--	----	----	
	Jul.10	1.80	Seco	36	----	----	Tapado 0.40 m.
	Set.22	1.75	Seco	74	----	----	" 0.45 "
J-100	Jun. 5	1.75	1.60	--	----	Sube	
Elevac.	Jul.10	----	1.25	35	0.35	Baja	
961.40	Set.22	----	1.56	74	0.31	----	
J-101	Jun. 7	1.50	1.25	--	----	----	
Elevac.	Jul. 9	----	0.90	32	0.35	Sube	
982.33	Set.22	1.50	Seco	75	0.60	Baja	
J-102	Jun. 7	1.70	1.10	--	----	----	
Elevac.	Jul. 9	----	0.80	32	0.30	Sube	
971.36	Set.22	----	0.90	75	0.10	Baja	

Pozo Nº	Fecha	Profundidad Pozo Mts.	Nivel Freático. Mts.	Diferencias Tiemp Días	Prof. Mts.	Sentido	Observaciones
J-103	Jun. 7	1.70	0.90	—	—	—	
Elevac.	Jul.21	----	0.95	44	0.05	Baja	
979.39	Set.22	----	1.10	63	0.15	Baja	
J-104	Jun. 7	2.00	0.70	—	—	—	
Elevac.	Jul. 9	1.55	Seco	32	0.85	Baja	Tapado 0.45 m.
967.37	Set.22	1.55	Seco	75	0.00	—	
J-105	Jun. 8	2.10	1.20	—	—	—	
Elevac.	Jul. 9	1.70	Seco	31	0.50	Baja	Tapado 0.40 m.
965.96	Set.22	1.70	Seco	75	0.00	—	" " "
J-106	Jun. 8	3.00	2.20	—	—	—	
Elevac.	Jul. 9	----	1.85	31	0.35	Sube	
963.04	Set.22	----	2.20	75	0.35	Baja	
J-107	Jun. 9	2.10	0.70	—	—	—	
Elevac.	Jul.21	----	1.30	42	0.60	Baja	
963.48	Set.22	2.10	Seco	63	0.80	Baja	
J-108	Jun. 9	1.30	0.90	—	—	—	
Elevac.	Jul. 9	1.30	Seco	30	0.40	Baja	
967.36	Set.22	1.30	Seco	75	—	—	
J-109	Jun. 9	2.50	1.80	—	—	—	
Elevac.	Jul. 9	----	1.90	30	0.10	Baja	
972.55	Set.22	----	2.10	75	0.20	Baja	
J-110	Jun.10	2.00	1.30	—	—	—	
Elevac.	Jul.5	----	1.02	25	0.28	Sube	
967.68	Set.24	----	1.62	81	0.60	Baja	
J-111	Jun.10	2.50	1.70	—	0.40	----	
Elevac.	Jul. 9	----	2.10	29	0.20	Baja	
980.78	Set.22	----	2.30	75		Baja	

Pozo Nº	Fecha	Profundidad Pozo Mts.	Profundidad Nivel Freático. Mts.	Diferencias Tiemp Días	Diferencias Prof. Mts.	Diferencias Sentido	Observaciones
J-112	Jun.11	1.50	1.30	--	----	----	
Elevac.	Jul. 9	1.50	Seco	28	0.20	Baja	
984.18	Set.22	1.50	Seco	75	0.00	Baja	
J-113	Jun.11	3.00	1.80	--	----	----	
Elevac.	Jul. 5	----	1.80	24	0.00	----	Estable
983.89	Set.22	----	1.80	81	0.00	----	Estable
J-114	Jun.12	1.00	0.85	--	0.15	----	
Elevac.	Jul. 8	1.00	Seco	26	0.00	Baja	
980.85	Set.22	1.00	Seco	76		----	
J-115	Jun.12	4.25	3.80	--	----	----	
Elevac.	Jul. 8	----	2.80	26	1.00	Sube	
972.50	Set.22	----	3.60	76	0.80	Baja	
J-116	Jun.14	1.40	0.70	--	----	----	
Elevac.	Jul. 5	----	0.68	21	0.02	Sube	
993.30	Set.22	1.38	Seco	81	0.70	Baja	Tapado 0.02 m.
J-117	Jun.14	1.70	1.20	--	0.10	----	
Elevac.	Jul. 5	----	1.10	21	0.30	Sube	
995.68	Set.22	----	0.80	81	----	Sube	
J-118	Jun.15	4.25	3.60	--	0.00	----	
Elevac.	Jul. 5	----	3.06	20	0.54	Sube	
1003.00	Set.22	3.61	Seco	81	0.55	Baja	Tapado 0.40 m.

A P E N D I C E D

INFORME DEL INSTITUTO NACIONAL DE APROVECHAMIENTO
DE AGUAS Y FOMENTO ELECTRICO.

INSTITUTO NACIONAL DE APROVECHAMIENTO
DE AGUAS Y FOMENTO ELECTRICO

EDIFICIO LATUF - CALLE 11, No. 8-50
3º. y 4º. PISOS

TELEGRAFO Y CABLES
"ELECTRAGUAS"

Bogotá,

INFORME

Sobre revisión del anteproyecto de irrigación del río Timba (Departamento del Valle del Cauca).

En cumplimiento de la adición al contrato Nº 3016, entre el Departamento del Valle del Cauca y el Instituto Nacional de Aprovechamiento de Aguas y Fomento Eléctrico, por una parte, y la firma de ingenieros Olarte, Ospina, Arias & Payán, por otra, se ha efectuado el anteproyecto de irrigación del Río Timba, presentado a este instituto para su estudio y revisión.

Extensión beneficiada y capacidad de las obras.- El área irrigable que comprende el proyecto está localizada al Sur del Departamento del Valle del Cauca, limitada al norte por el camino a Puerto Tejada, al Sur por el Corregimiento de Robles, al Este por el río Cauca y al Oeste por el Canal Principal del sistema, que bordea las más bajas estribaciones de la Cordillera Occidental. Esta zona, de extensión total de 17.000 hectáreas, se considera aprovechable en un 75%, o sean 13.000 hectáreas beneficiables con las obras de regadío.

El estudio de suelos, mediante clasificación de las tierras según el llamado Indice Storie, determinó un 70% del área como tierras medianas y el 30% restante como tierras buenas.

El módulo de riego fué definido mediante valorización de los módulos propios de los cultivos predominantes en la región -maíz, caña de azúcar, arroz, hortalizas, pastos, auranciáceos y plátanos- aplicados en áreas que se estiman en porcentajes de la extensión total beneficiada: 10,25, 12, 5, 15, 5 y 8%, respectivamente, más un remanente del 20% de zonas baldías para viviendas y caminos. Estudiados experimentalmente estos módulos y estimados en

columna de agua, de 1.200, 2.000, 3.000, 1.000, 1.800, 1.100, 2.500 y 500 milímetros de profundidad anual, respectivamente, se obtuvo un valor medio de 1.630 milímetros, que corregido con un 50% de pérdidas en la conducción y el regadío determina un módulo de 0.85 m3/seg. Este módulo, aplicado a la extensión total beneficiada de 13.000 hectáreas, define la capacidad máxima de las obras de irrigación en 11 m3/seg.

Fuente aprovechada y características hidrológicas.- La fuente principal del sistema de irrigación es el río Timba, cuyo hidrograma ha sido estudiado en el período de Agosto de 1.946 a Diciembre de 1.948, por medio de una estación de aforo controlada con limnímetro. El gasto medio del mes más seco registrado en este período es de 3.6 metros cúbicos por segundo, con pico de mínimas de 2.9 m3/seg., observados en Septiembre de 1.946. Sinembargo, los proyectistas han considerado, por comparación con el hidrograma del río Cauca en la estación de "Juanchito", observado durante 15 años, que el verano de 1.946 fué de características excepcionales, hasta tratar de justificar como gasto mínimo del año más seco en 20 años un caudal de 4 m3/seg. La deficiencia de este gasto al máximo del sistema va a ser suplida por bomebo del río Cauca.

El caudal de bombeo ha sido estimado mediante el cómputo de las necesidades de riego en los distintos meses del año, valoradas con el máximo módulo de 0.85 m3/seg. en el mes de pluviosidad nula y en los demás meses deduciendo de este módulo la aportación pluviométrica en el área regada. Este estudio de pluviosidad ha sido definido por los registros de la estación de "La Manuelita", localizada en el Municipio de Palmira, cuyas observaciones datan del año de 1.900, deduciendo los mínimos mensuales de lluvia en un período de 15 años y justificándolos para la zona regable mediante comparación con los valores observados en la estación de Jamundí, centro de gravedad del sistema, durante los años de 1.947 y 1.948, que acusan una lluvia anual mayor que la de la estación de "La Manuelita" en esos años y una distribución mensual semejante. Mediante este estudio concluyen que los meses de lluvia mínima no coinciden con los meses de mínimo caudal del río Timba, presentándose éste en Agosto y Septiembre y aquél en Julio. Y con él defínen que para un máximo caudal de 11 m3/seg. y una mínima aportación del río Timba de 4 m3/seg., en el año más seco en

20 años, la deficiencia tiene un máximo de 6 m3/seg., que ha de ser en definitiva la capacidad de bombeo.

Esquema del Proyecto.- De los seis esquemas analizados por los proyectistas, este Instituto acoge la solución recomendada por éllos, esquema número 3, pero con supresión de la planta hidroeléctrica de Guachinte, cuya justificación económica no se considera suficiente, siendo así que la capacidad de 2.000 kilowatios se rebajaría a 700 Kw. efectivos en los meses secos. O bien resultaría necesario el montaje de un equipo diesel de potencia no menor de 1.000 Kw., en el supuesto de limitar la capacidad de bombeo durante el pico nocturno, solución ésta que no se juzga económicamente compatible con el siguiente presupuesto:

Canal de derivación para la Planta hidroeléctrica, desde La Ferreyra hasta la Planta, con longitud de 7 km. y capacidad de 11 m3/seg., presupuesto por los proyectistas en	$ 742.000.oo
Instalaciones de la Planta, presupuestas por los proyectistas en	879.700.oo
Equipo Diesel de 1,000 kw., estimado en	400.000.oo
	2'021.700.oo
Dirección técnica, ingeniería é imprevistos, presupuestos por los proyectistas en un 20%	404.340.oo
	$ 2'426.040.oo
Costo por kilowatio generado	1.213.oo

Esta solución, adelantada en dos etapas, constaría de las siguientes obras:

Primera etapa.

Obras de toma en el río Timba, con capacidad para 11 m3/s.
Canal de derivación entre los ríos Timba y Guachinte, con capacidad para 11 m3/seg., de 5 km. de longitud, en sección revestida con Gunite.
Obras de toma en el río Guachinte, con capacidad de captación de 8.90 m3/seg. sobre la banda izquierda, para el Canal Principal, y de 2.10 m3/seg. sobre la banda derecha, para el lateral número 1.

Bogotá,

Canal Principal entre el río Guachinte y el camino a Puerto Tejada, de capacidad variable entre 8.90 y 0.26 m3/s., de longitud total de 29 km., con sección en tierra.
Sistema de distribución, consistente en 8 laterales con capacidades entre 2.86 y 0.32 m3/seg., longitud total de 51 km. y secciones en tierra, con los correspondientes subalterales.
Sistema de drenaje, consistente en un dren longitudinal entre La Balsa y El Hormiguero, con bombeo en este sitio, y los jarillones de encausamiento y defensa.

Segunda etapa.

Planta de bombeo en el río Cauca, consistente en 4 bombas centrífugas de 1.5 m3/seg. de capacidad, para la altura estática máxima de 4 m., accionadas con motores eléctricos de 120 HP.
Canal entre la planta de bombeo y el río Guachinte, con capacidad de 6 m3/seg., longitud total de 8.8 km., de sección revestida en Gunite para los primeros 6.5 km. y en tierra para los 2.3 km restantes.

Suprimida la planta hidroeléctrica de Guachinte queda por definir el problema de suministro de energía a la planta de bombeo, que puede resolverse con un equipo diesel o bien con una planta hidráulica de localización próxima. Es natural que estas dos soluciones no pueden ser comparables en un mismo pié de igualdad, pues el bombeo con equipo diesel grava apreciablemente la explotación del servicio de riego.

En el prospecto de irrigación del río Palo, localizado en el sector Caloto-Santander, resulta factible el establecimiento de una planta hidroeléctrica de 1.200 Kw., que aprovecha una caída aproximada de 26 m. con un caudal de 6 m3/seg. Su ubicación está a 15 km. de la población de Santander, que dista 17 km. del punto de La Bolsa, sitio de emplazamiento de la estación de bombas. Si se tiene en cuenta que esta estación sólo consume una potencia de 370 kw., admitiendo una pérdida del 4% en la transmisión, y que la potencia media en la planta del río Palo no excederá de 720 kw., habida consideración de un factor de carga de 0.6, la e-

INSTITUTO NACIONAL DE APROVECHAMIENTO
DE AGUAS Y FOMENTO ELECTRICO

EDIFICIO LATUF-CALLE 11 No. 8-50
3°. Y 4°. PISOS

TELEGRAFO Y CABLES:
"ELECTRAGUAS"

Bogotá,

nergía de bombeo podría ser suministrada por esta planta, durante las horas de baja carga, a una tarifa mínima. Sólo durante el pico nocturno habría necesidad de suspender el servicio de bombeo, limitando el caudal de riego a la aportación directa del río Timba, aun cuando la disposición del sistema sí permite un mayor gasto durante estas horas, pues las condiciones de diseño de la bocatoma de Guachinte, con localización en un lecho profundo, determinan un pequeño embalse compensatorio.

Concebido así el suministro de energía a la planta de bombeo, sólo sería de cargo directo del sistema del río Timba el costo de la línea de transmisión entre Santander y La Bolsa y el correspondiente a la estación transformadora en ese sitio.

Con respecto a la localización de la planta de bombeo se sugiere un estudio adicional de posible localización aguas más abajo, con miras a ubicar el primer tramo del canal en un terreno más sólido, distinto del sector removido en que se emplaza el proyectado, y aprovechando para ello el terraplén del ferrocarril.

Con el prospecto anteriormente esbozado, el presupuesto de las obras es como sigue:

Primera etapa.

Obras de Toma en el Río Timba	$ 380.000.oo
Canal de derivación entre los ríos Timba y Guachinte	518.000.oo
Obras de Toma en el río Guachinte	263.000.oo
Canal Principal	414.000.oo
Sistema de Distribución	546.000.oo
Sistema de Drenaje.	615.000.oo
	2'736.000.oo
Dirección técnica é ingeniería, 10%	273.600.oo
Imprevistos, 10%	273.600.oo
P A S A N	$ 3'283.200.oo

INSTITUTO NACIONAL DE APROVECHAMIENTO
DE AGUAS Y FOMENTO ELECTRICO

EDIFICIO LATUF-CALLE 11 No. 8-50
3°. Y 4°. PISOS

TELEGRAFO Y CABLES:
"ELECTRAGUAS"

Bogotá,

Costo Total de la Primera Etapa		$3'283.200.00
Segunda Etapa.		
Planta de bombeo en el río Cauca. . .	$ 185.000.00	
Línea de transmisión Santander-La Bolsa y equipo de transformación, valor estimado en	150.000.00	
Canal de la Planta de bombeo al río Guachinte	619.000.00	
	$ 954.000.00	
Dirección técnica é ingeniería, 10% .	95.400.00	
Imprevistos, 10%.	95.400.00	
Costo Total de la Segunda etapa		$1'144.800.00
Costo Total del Proyecto		$4'428.000.00
Costo por hectárea beneficiada		$ 340.00

Con las modificaciones anteriormente resumidas, este Despacho acoge el estudio de anteproyecto de irrigación del río Timba.

INSTITUTO NACIONAL DE APROVECHAMIENTO
DE AGUAS Y FOMENTO ELECTRICO

CARLOS SANCLEMENTE O.
GERENTE ENCARGADO

CSO/ilm.

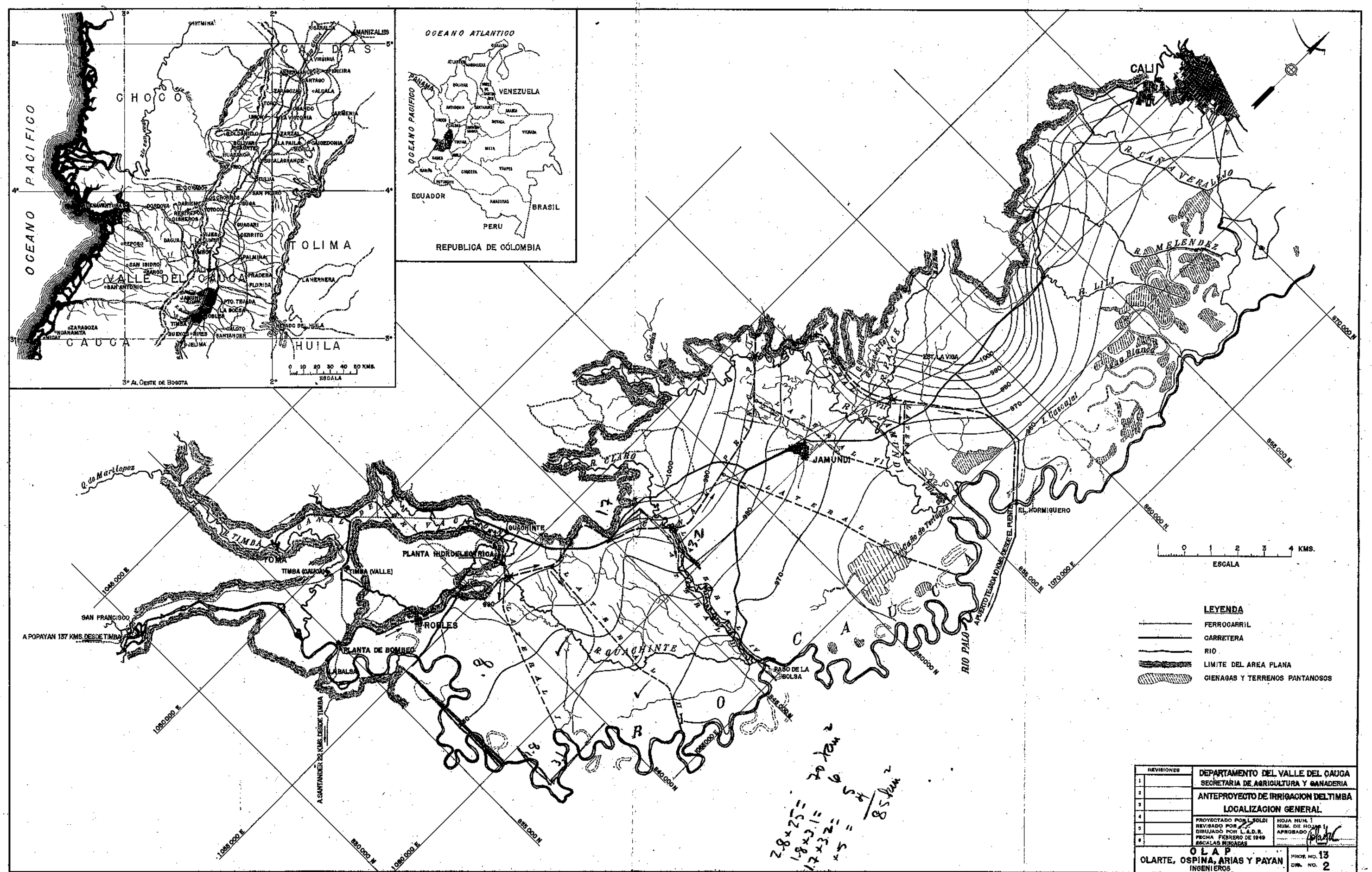
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA

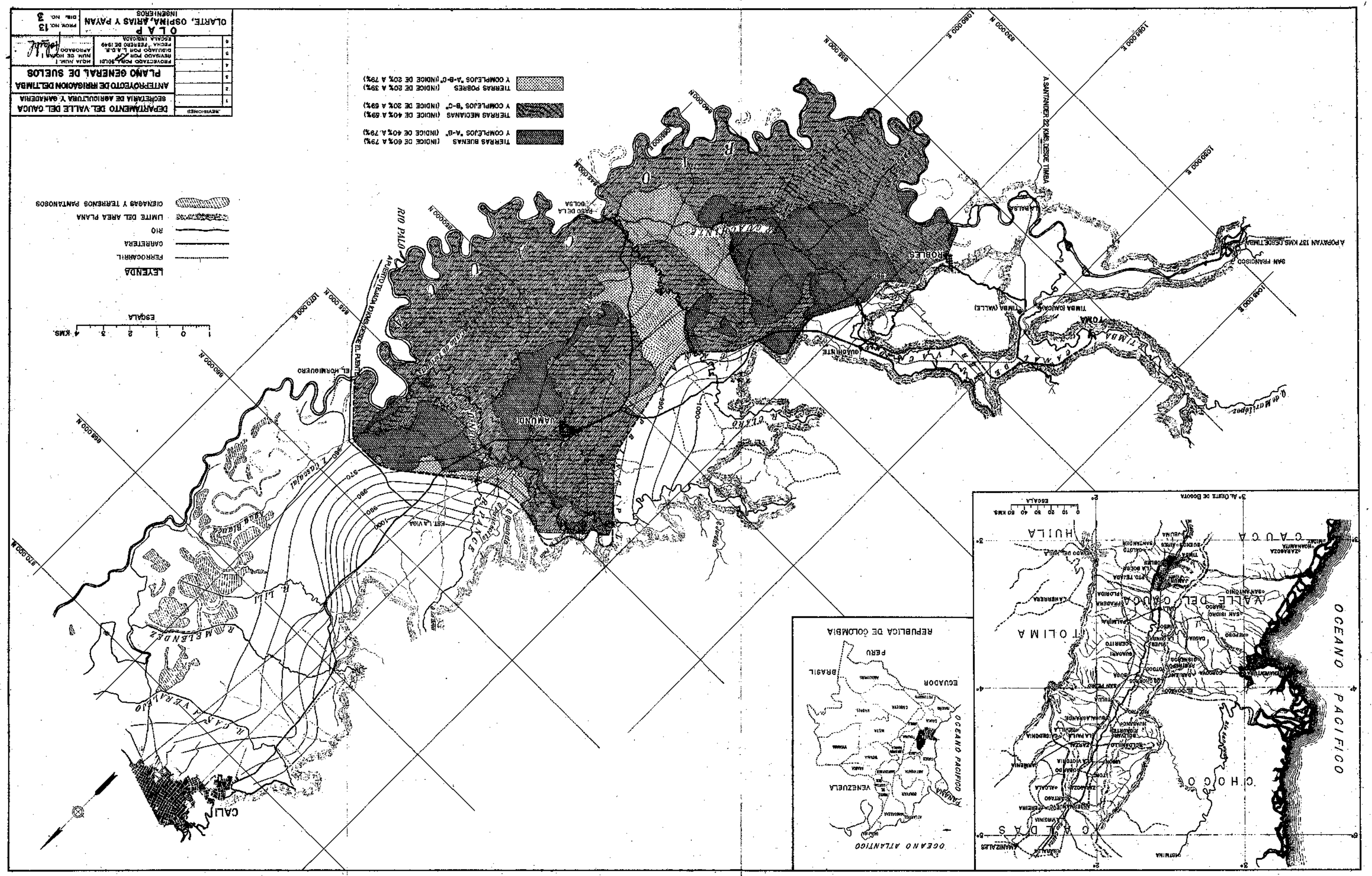
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL RIO TIMBA

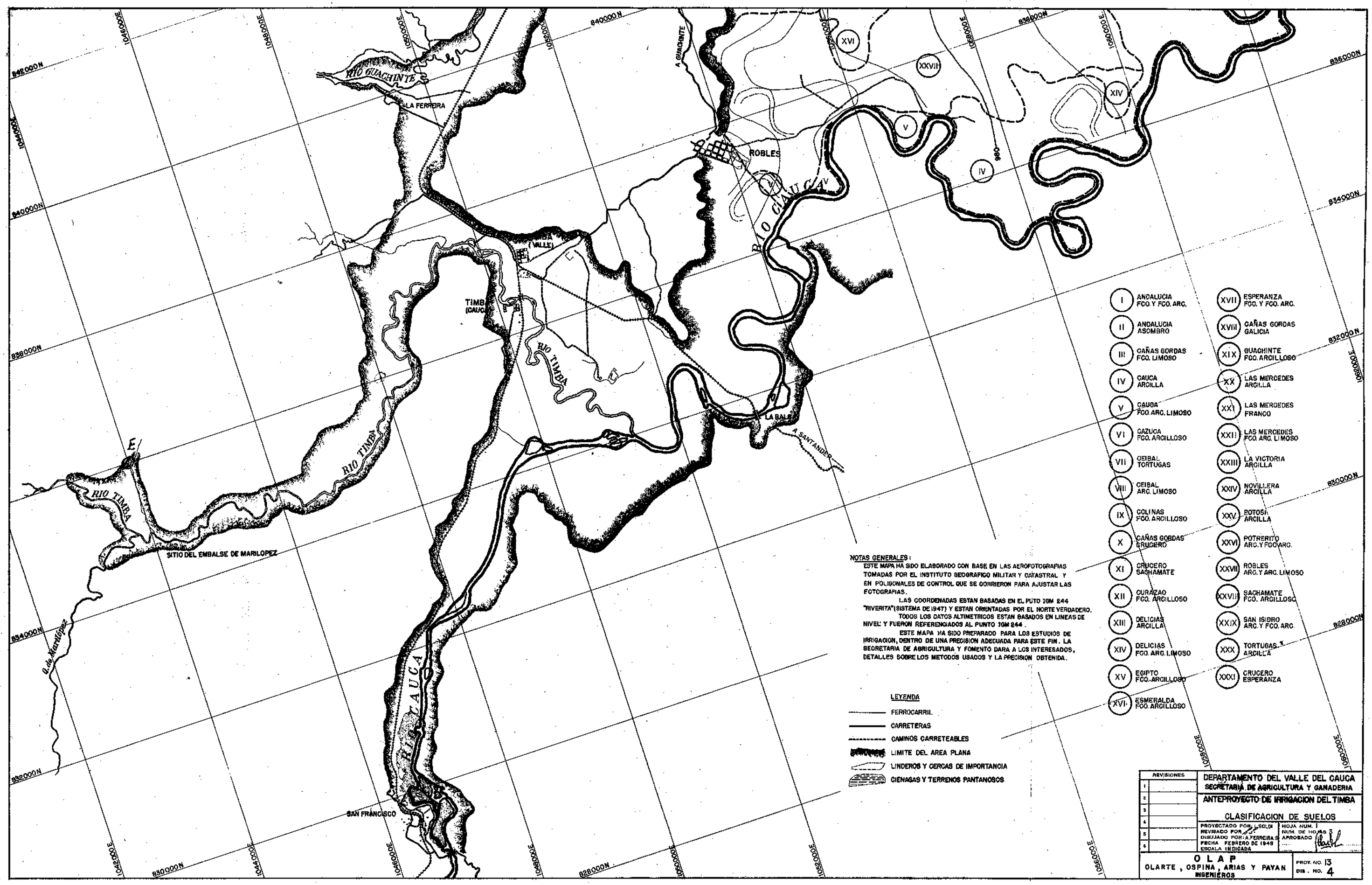
DIBUJO Nº	TITULO
1	HOJA DE TITULOS
2	LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO
3	PLANO GENERAL DE SUELOS
4	CLASIFICACION DE SUELOS
5	CLASIFICACION DE SUELOS
6	CLASIFICACION DE SUELOS
7	CANAL DE DERIVACION — ESQUEMAS ESTUDIADOS
8	TRAZO DEL CANAL DE DERIVACION
9	TRAZO DEL CANAL DE DERIVACION
10	TRAZO DEL CANAL DE DERIVACION
11	TRAZO DEL CANAL DE DERIVACION
12	CANAL DE DERIVACION — PLANTA DE BOMBEO EN EL RIO CAUCA
13	CANAL DE DERIVACION — CANAL DE LA PLANTA DE BOMBEO
14	CANAL PRINCIPAL — SISTEMA DE DISTRIBUCION
15	CANAL PRINCIPAL — SISTEMA DE DISTRIBUCION
16	OBRAS DE TOMA
17	CRUCE DEL RIO GUACHINTE — UBICACION DE LA PLANTA HIDROELECTRICA
18	CRUCE DEL RIO CLARO
19	ESTRUCTURAS TIPICAS
20	ESTRUCTURAS TIPICAS — PLANTA ELECTRICA DE GUACHINTE
21	PLANTA DE BOMBEO EN EL RIO CAUCA
22	SISTEMA SEGUN EL ESQUEMA VI
23	TOMA EN EL RIO TIMBA SEGUN EL ESQUEMA VI

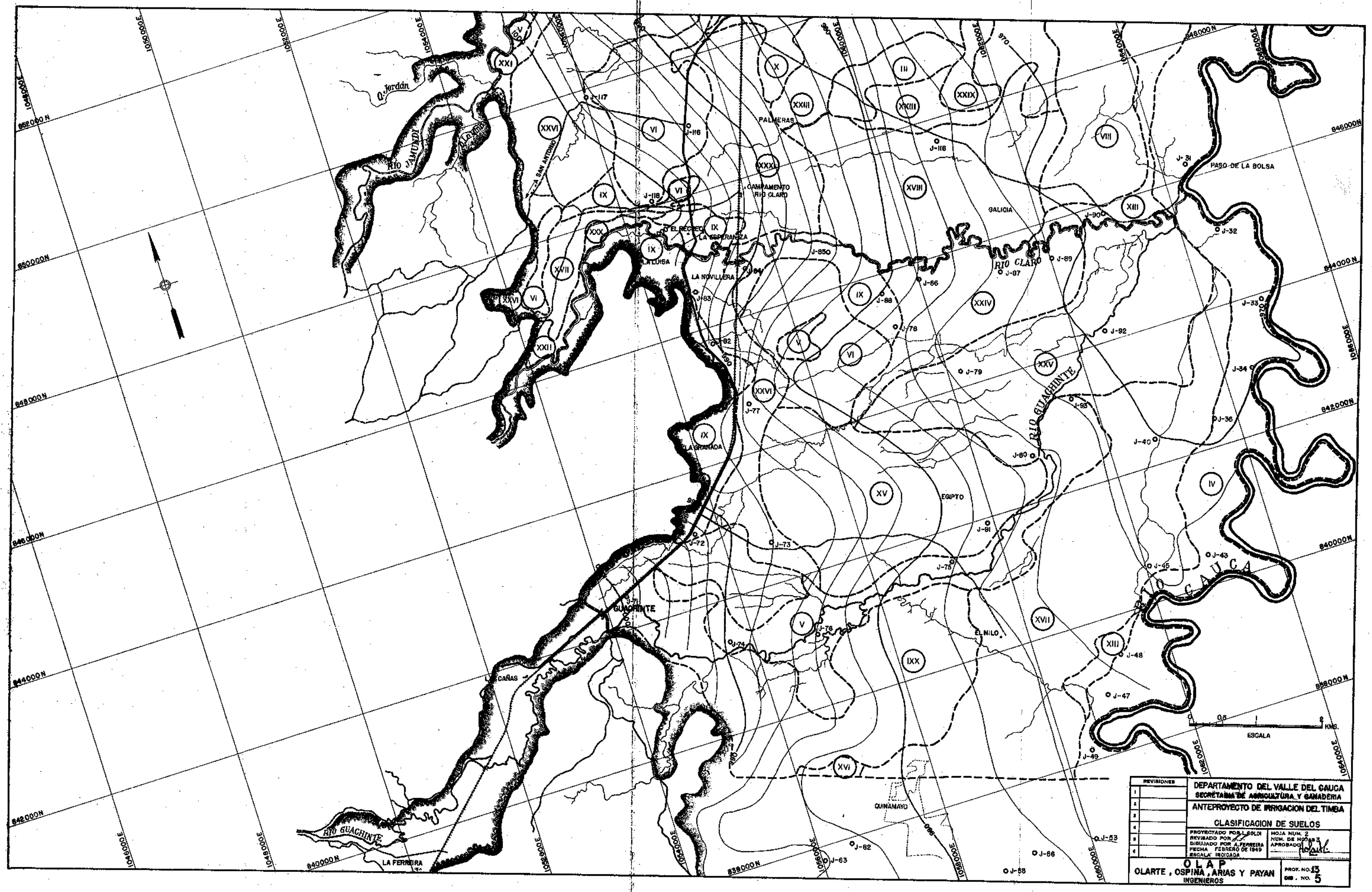
REVISIONES	DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
1	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA HOJA DE TITULOS
2	
3	
4	PROYECTADO POR L. SDLD REVISADO POR DIBUJADO POR L.A.D.R FECHA FEBRERO DE 1949 ESCALA NINGUNA HOJA NUM. 1 NUM. DE HOJAS 1 APROBADO
5	
6	
	OLAP OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS PROY. NO. 13 DIB. NO. 1

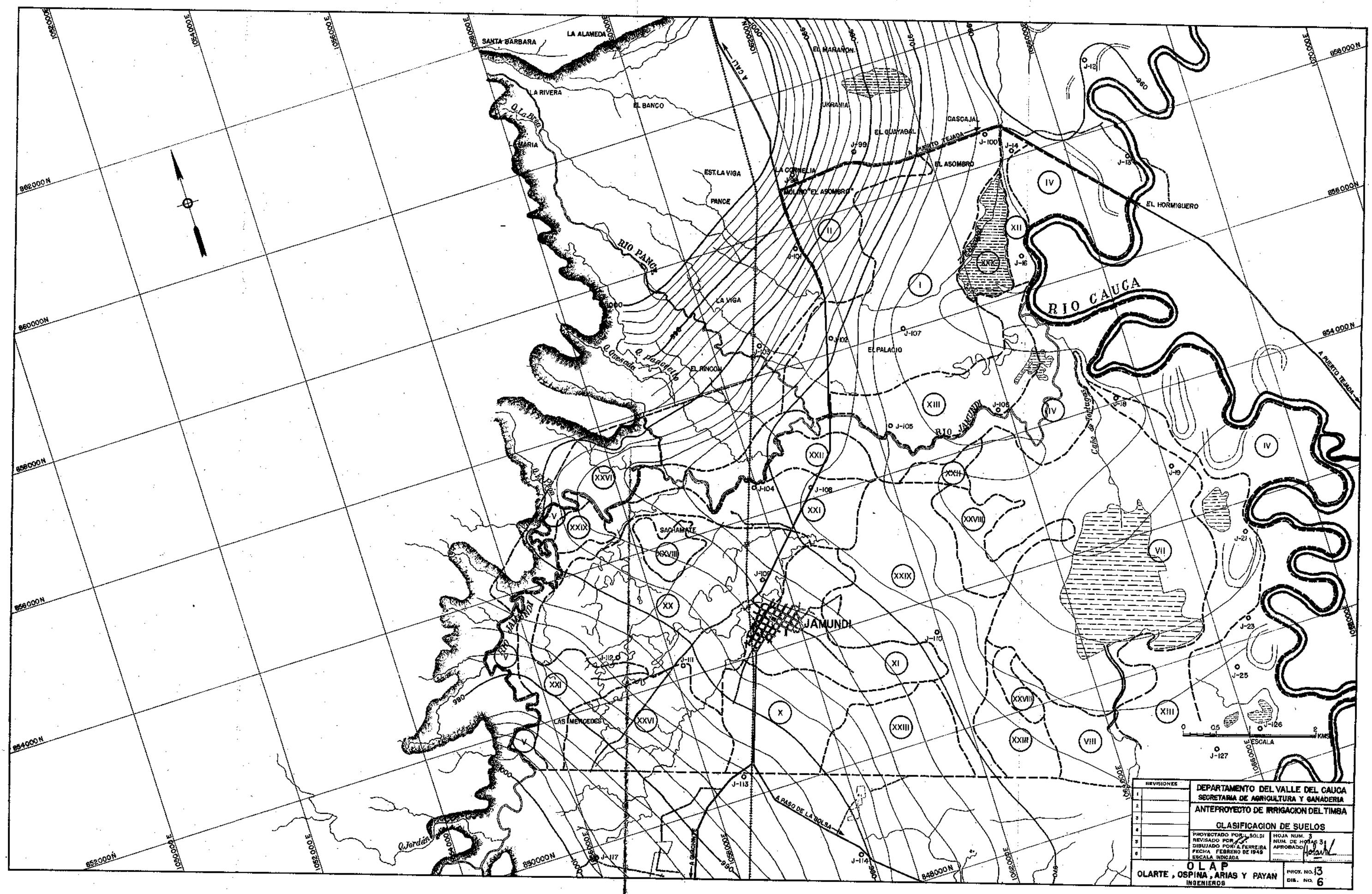

OCEANO PACIFICO
CHOCO
CALDAS
TOLIMA
VALLE DEL CAUCA
CAUCA
HUILA
MANIZALES
PEREIRA
CARTAGO
ARMENIA
BUENAVENTURA
CALI
CORDOBA
PALMIRA
CANDELARIA
PRADERA
FLORIDA
LA HERRERA
PUERTO TEJADA
LA BOLSA
CALOTO
SANTANDER
PUERTO MERIZALDE
SAN ANTONIO
ZARAGOZA
SAN FRANCISCO
A POPAYAN 137 KMS. DESDE TIMBA
A SANTANDER 22 KMS. DESDE TIMBA
3° AL OESTE DE BOGOTA
0 10 20 30 40 50 KMS.
ESCALA
OCEANO ATLANTICO
OCEANO PACIFICO
VENEZUELA
ECUADOR
PERU
BRASIL
REPUBLICA DE COLOMBIA
R. CANA VERAVEJO
R. MELENDEZ
R. LILI
R. CAUCA
R. PALO
R. GUACHINTE
R. TIMBA
R. CLIMA
R. FRANCE
R. VIJES
R. JAMUNDI
R. Cascajal
Caño de Terrejón
Q. de Martlopez
JAMUNDI
EL HORMIGUERO
APUERTO TEJADA 10 KMS. DESDE EL FUENTE
PLANTA HIDROELECTRICA
GUACHINTE
TIMBA (CAUCA)
TIMBA (VALLE)
ROBLES
PLANTA DE BOMBEO
LABALSA
PASO DE LA BOLSA
EST. LA VIGA
CANAL DE RIEGO
CANAL DE DRENAJE
CANAL LATERAL
1000
990
980
970
1045 000 E
1050 000 E
1060 000 E
1070 000 E
870 000 N
855 000 N
850 000 N
845 000 N
840 000 N
0 1 2 3 4 KMS.
ESCALA
LEYENDA
FERROCARRIL
CARRETERA
RIO
LIMITE DEL AREA PLANA
CIENAGAS Y TERRENOS PANTANOSOS
REVISIONES
1
2
3
4
5
6
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
LOCALIZACION GENERAL
PROYECTADO POR L. SOLDI
REVISADO POR
DIBUJADO POR L.A.D.R.
FECHA FEBRERO DE 1949
ESCALAS INDICADAS
HOJA NUM. 1
NUM. DE HOJAS 1
APROBADO
O L A P
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 13
DIB. NO. 2

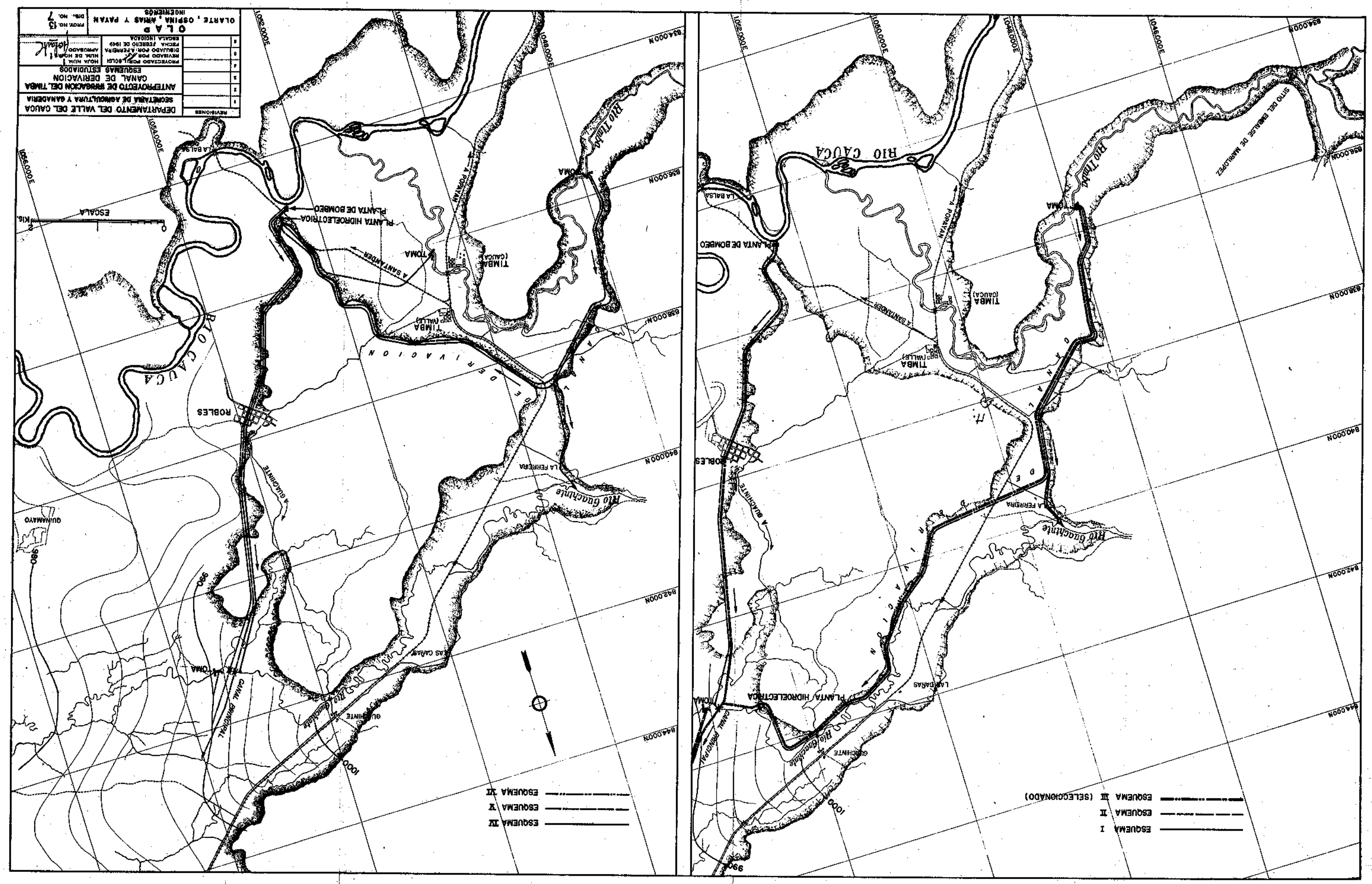

DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
PLANO GENERAL DE SUELOS
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROV. No. 13
DIB. No. 3
LEYENDA
FERROCARRIL
CARRETERA
RIO
LIMITE DEL AREA PLANA
CIENAGAS Y TERRENOS PANTANOSOS
TIERRAS BUENAS (INDICE DE 60% A 79%) Y COMPLEJOS "A-B"
TIERRAS MEDIANAS (INDICE DE 40% A 69%) Y COMPLEJOS "B-C"
TIERRAS POBRES (INDICE DE 20% A 39%) Y COMPLEJOS "A-B-C" (INDICE DE 20% A 79%)
ESCALA
CALI
JAMUNDI
PALMIRA
ROBLES
TIMBA (VALLE)
TIMBA (CAUCA)
SAN FRANCISCO
A POPAYAN 137 KMS. DESDE TIMBA
A SANTANDER 22 KMS. DESDE TIMBA
RIO PATIA
RIO CAUCA
RIO LILI
OCEANO PACIFICO
REPUBLICA DE COLOMBIA
VALLE DEL CAUCA
CAUCA
HUILA
CHOCO
CALDAS
TOLIMA
ESCALA

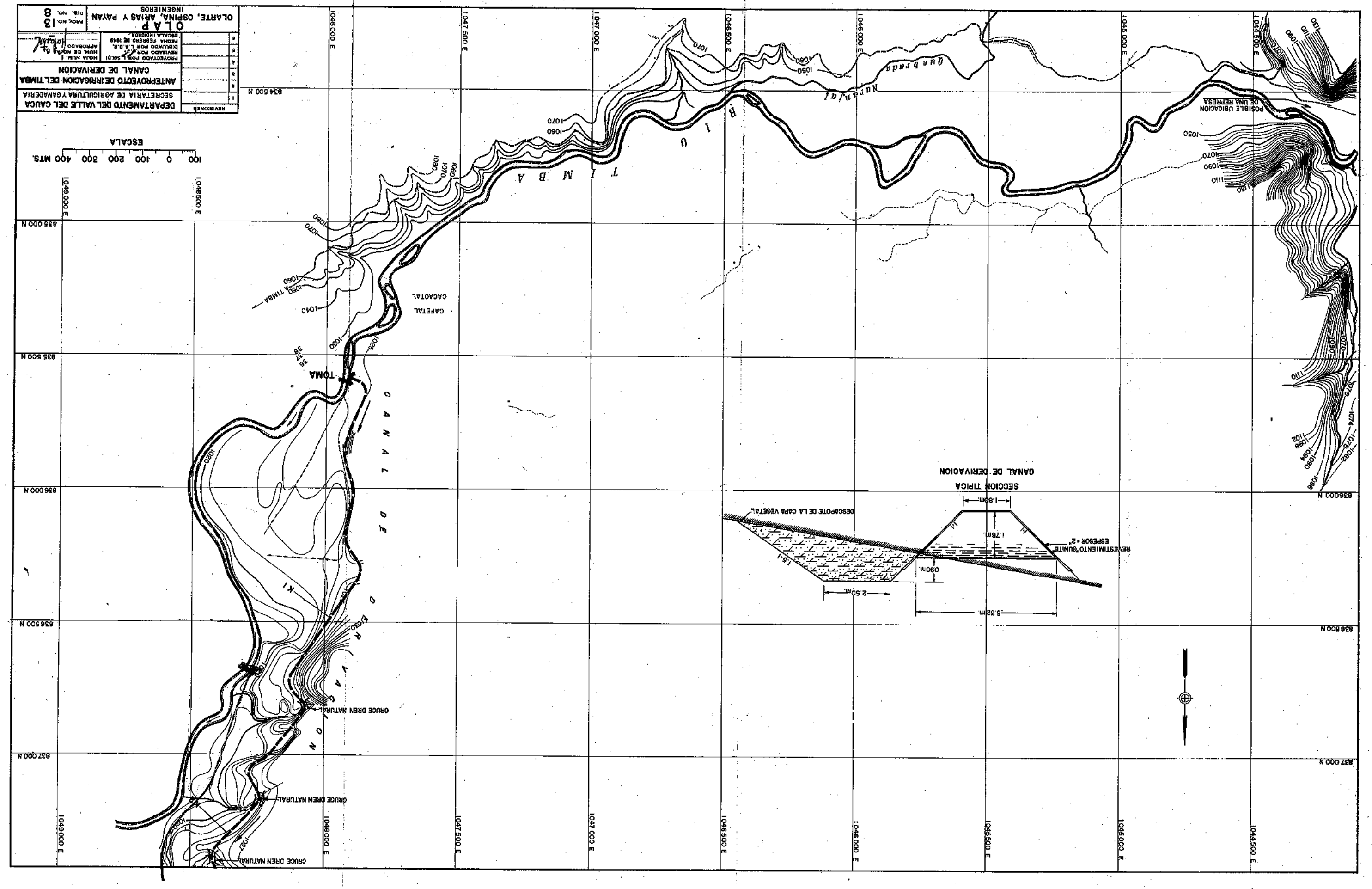
1- (F)


RIO GUACHINTE
LA FERREIRA
A GUACHINTE
ROBLES
RIO CAUCA
(VALLE)
TIMBA
(CAUCA)
RIO TIMBA
RIO TIMBA
RIO TIMBA
LA BALSA
A SANTANDER
SITIO DEL EMBALSE DE MARILOPEZ
Q. de Marilópez
RIO CAUCA
SAN FRANCISCO
842000N
840000N
838000N
836000N
834000N
832000N
830000N
828000N
1046000E
1048000E
1050000E
1052000E
1054000E
1056000E
1058000E
1060000E
XVI
XXVII
XIV
V
IV
I ANDALUCIA FCO. Y FCO. ARC.
II ANDALUCIA ASOMBRO
III CAÑAS GORDAS FCO. LIMOSO
IV CAUCA ARCILLA
V CAUCA FCO. ARC. LIMOSO
VI CAZUCA FCO. ARCILLOSO
VII CEIBAL TORTUGAS
VIII CEIBAL ARC. LIMOSO
IX COLINAS FCO. ARCILLOSO
X CAÑAS GORDAS CRUCERO
XI CRUCERO SACHAMATE
XII CURAZAO FCO. ARCILLOSO
XIII DELICIAS ARCILLA
XIV DELICIAS FCO. ARC. LIMOSO
XV EGIPTO FCO. ARCILLOSO
XVI ESMERALDA FCO. ARCILLOSO
XVII ESPERANZA FCO. Y FCO. ARC.
XVIII CAÑAS GORDAS GALICIA
XIX GUACHINTE FCO. ARCILLOSO
XX LAS MERCEDES ARCILLA
XXI LAS MERCEDES FRANCO
XXII LAS MERCEDES FCO. ARC. LIMOSO
XXIII LA VICTORIA ARCILLA
XXIV NOVILLERA ARCILLA
XXV POTOSI ARCILLA
XXVI POTRERITO ARC. Y FCO. ARC.
XXVII ROBLES ARC. Y ARC. LIMOSO
XXVIII SACHAMATE FCO. ARCILLOSO
XXIX SAN ISIDRO ARC. Y FCO. ARC.
XXX TORTUGAS ARCILLA
XXXI CRUCERO ESPERANZA
NOTAS GENERALES:
ESTE MAPA HA SIDO ELABORADO CON BASE EN LAS AEROFOTOGRAFIAS TOMADAS POR EL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR Y CATASTRAL Y EN POLIGONALES DE CONTROL QUE SE CORRIERON PARA AJUSTAR LAS FOTOGRAFIAS.
LAS COORDENADAS ESTAN BASADAS EN EL PUTO IGM 244 "RIVERITA" (SISTEMA DE 1947) Y ESTAN ORIENTADAS POR EL NORTE VERDADERO.
TODOS LOS DATOS ALTIMETRICOS ESTAN BASADOS EN LINEAS DE NIVEL Y FUERON REFERENCIADOS AL PUNTO IGM 244.
ESTE MAPA HA SIDO PREPARADO PARA LOS ESTUDIOS DE IRRIGACION, DENTRO DE UNA PRECISION ADECUADA PARA ESTE FIN. LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO DARA A LOS INTERESADOS, DETALLES SOBRE LOS METODOS USADOS Y LA PRECISION OBTENIDA.
LEYENDA
FERROCARRIL
CARRETERAS
CAMINOS CARRETEABLES
LIMITE DEL AREA PLANA
LINDEROS Y CERCAS DE IMPORTANCIA
CIENAGAS Y TERRENOS PANTANOSOS
REVISIONES
1
2
3
4
5
6
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
CLASIFICACION DE SUELOS
PROYECTADO POR: L. SOLDI
REVISADO POR:
DIBUJADO POR: A. FERREIRA S.
FECHA FEBRERO DE 1949
ESCALA INDICADA
HOJA NUM. 1
NUM. DE HOJAS 3
APROBADO
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 13
DIB. NO. 4


RIO JAMUNDI
Q. Jordán
RIO CLARO
RIO GUACHINTE
RIO CAUCA
PALMERAS
CAMPAMENTO RIO CLARO
GALICIA
PASO DE LA BOLSA
EL RECREO
LA ESPERANZA
LA LUISA
LA NOVILLERA
LA GRANADA
EGIPTO
EL NILO
QUINAMAYO
GUACHINTE
LA FERREIRA
ESCALA
KMS.
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
CLASIFICACION DE SUELOS
REVISIONES
PROYECTADO POR L. BOLDI
REVISADO POR
DIBUJADO POR J. FERREIRA
FECHA FEBRERO DE 1949
ESCALA INDICADA
HOJA NUM. 2
NUM. DE HOJAS 3
APROBADO
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 15
DIB. NO. 5

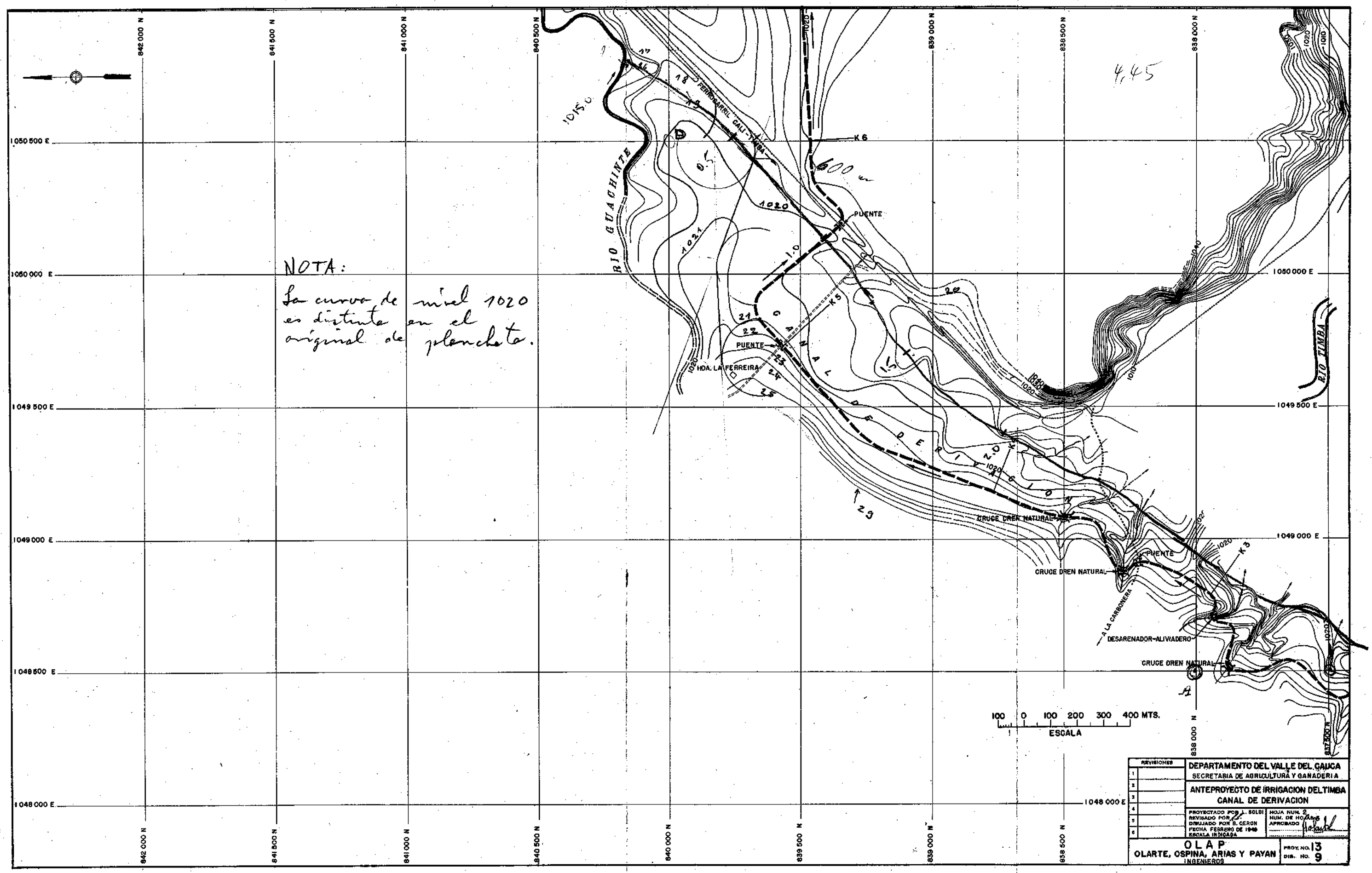

SANTA BARBARA
LA ALAMEDA
LA RIVERA
EL BANCO
EL MARAÑON
UKRANIA
CASCAJAL
EL GUAYABAL
A PUERTO TEJADA
EL ASOMBRO
LA CORNELIA
MOLINO "EL ASOMBRO"
EST. LA VIGA
PANCE
RIO PANCE
LA VIGA
EL RINCON
EL PALACIO
RIO CAUCA
EL HORMIGUERO
RIO JAMUNDI
SACHAMATE
JAMUNDI
LAS MERCEDES
A CALI
A PUERTO TEJADA
A PASO DE LA BOLSA
A QUINAMAYO
ESCALA
0 0.5 1 2 KMS
REVISIONES
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
CLASIFICACION DE SUELOS
PROYECTADO POR: L. SOLDI
REVISADO POR:
DIBUJADO POR: A. FERREIRA
FECHA FEBRERO DE 1949
ESCALA INDICADA
HOJA NUM. 3
NUM. DE HOJAS 3
APROBADO:
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 13
DIB. NO. 6

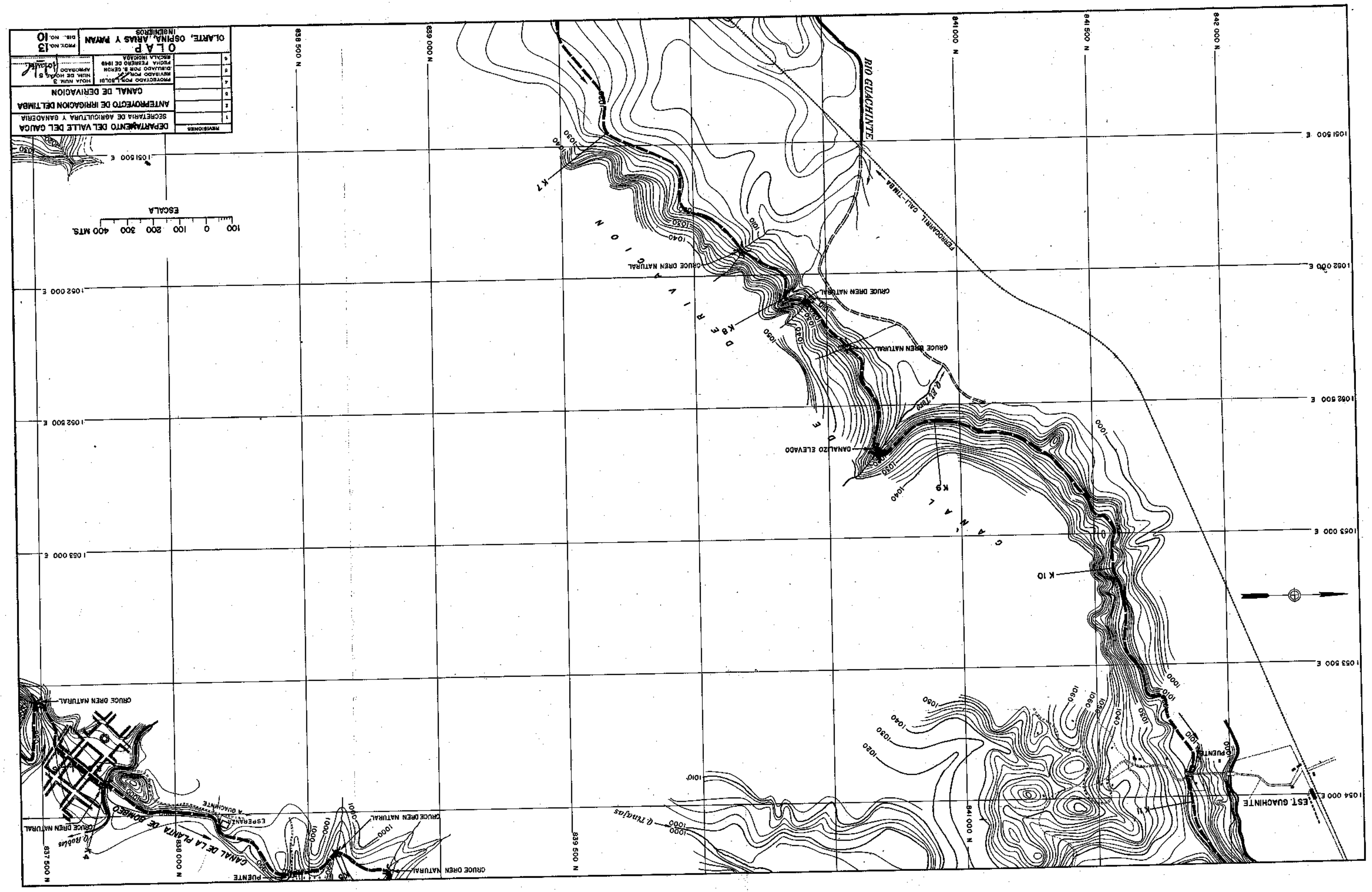

DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
CANAL DE DERIVACION
ESQUEMAS ESTUDIADOS
OLAP
OLARTE, OSPINA, MIRAS Y PAYAN
INGENIEROS
PLANTA HIDROELECTRICA
PLANTA DE BOMBEO
TIMBA
RIO CAUCA
RIO TIMBA
RIO GUACHINTE
ROBLES
GUACHINTE
CANAL PRINCIPAL
LAS CAÑAS
LA FERRERA
LA BALSA
SITIO DEL PUENTE DE MARIQUITA
ESQUEMA I
ESQUEMA II
ESQUEMA III (SELECCIONADO)
ESQUEMA IV
ESQUEMA V
ESQUEMA VI

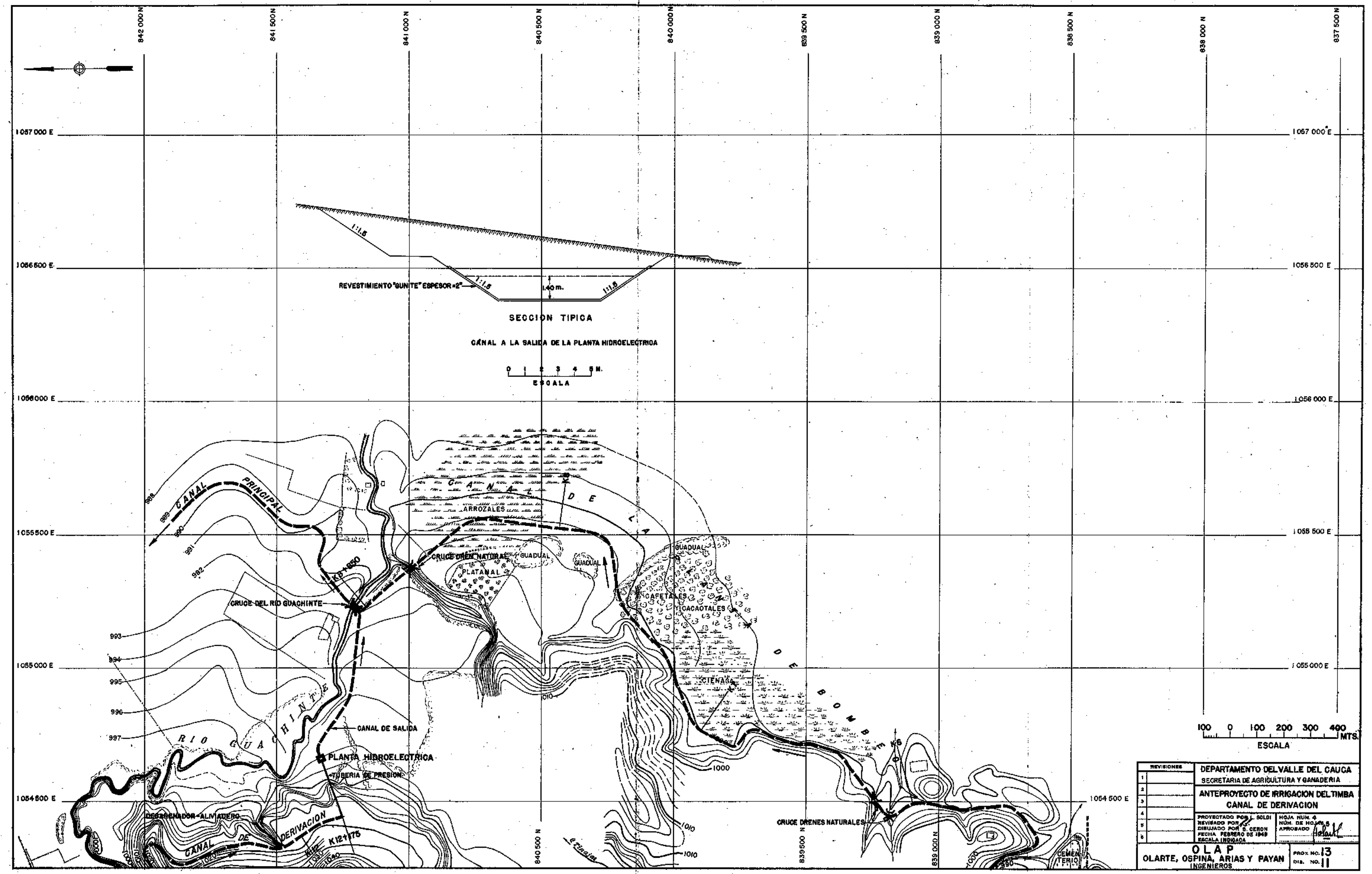

DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE RIEGO DEL TIMBA
CANAL DE DERIVACION
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. No. 13
DIB. No. 8
ESCALA
100 0 100 200 300 400 MTS.
TIMBA
RIO
Quebrada Natural
CAFETAL
CACAOTAL
TOMA
CANAL DE DERIVACION
GRUPO DREN NATURAL
POSIBLE UBICACION DE UNA REPRESA
SECCION TIPICA
CANAL DE DERIVACION
REVESTIMIENTO GUNITE ESPESOR = 2"
DESCAPOTE DE LA CAPA VEGETAL
1.80m.
1.76m.
0.90m.
2.50m.
6.32m.
1.51
1049000 E
1048500 E
1048000 E
1047500 E
1047000 E
1046500 E
1046000 E
1045500 E
1045000 E
1044500 E
837000 N
836500 N
836000 N
835500 N
835000 N
834500 N

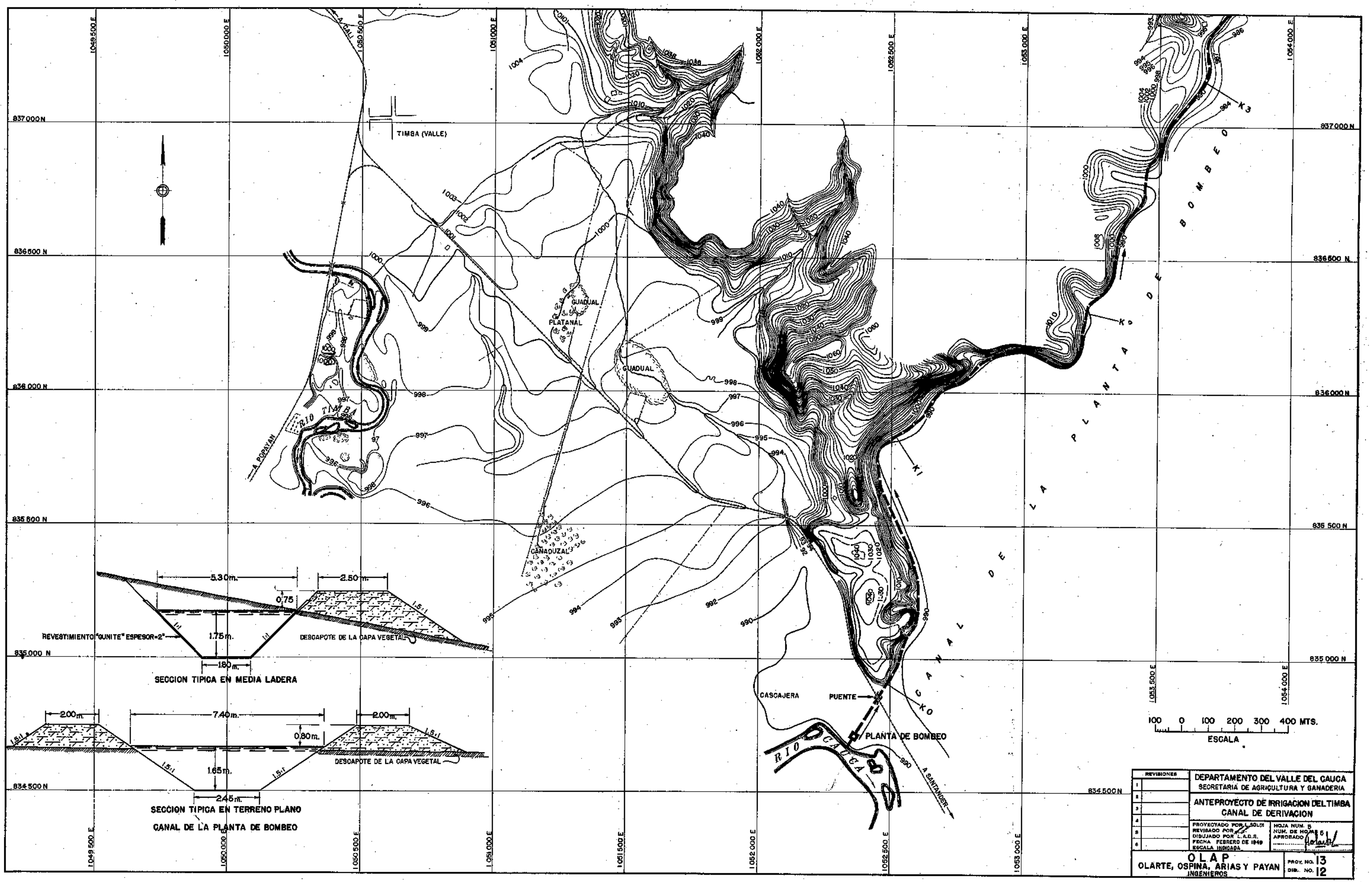
2 -(A-D)

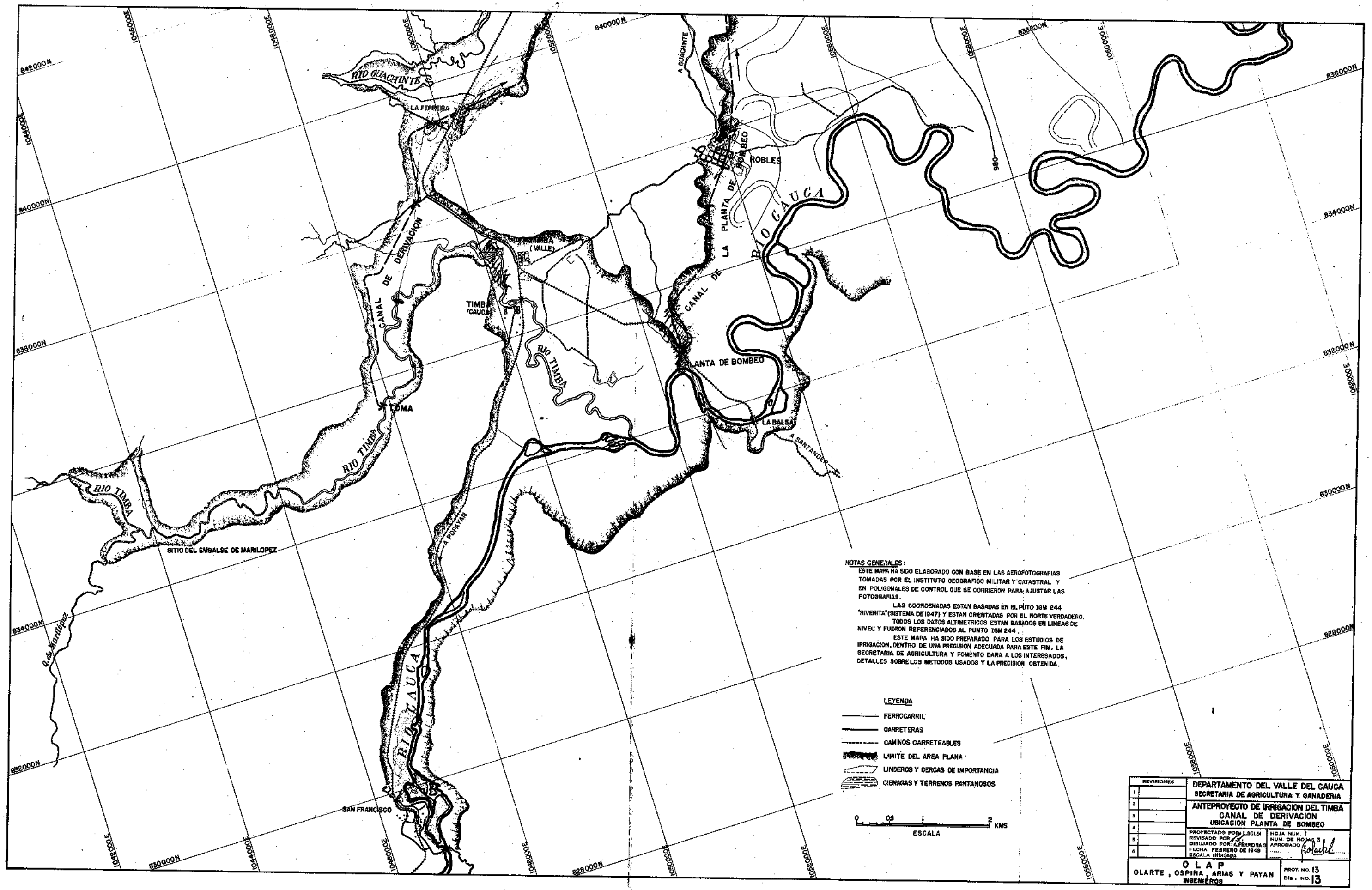
R = 80 m


842 000 N
841 500 N
841 000 N
840 500 N
840 000 N
839 500 N
839 000 N
838 500 N
838 000 N
837 500 N
1 050 500 E
1 050 000 E
1 049 500 E
1 049 000 E
1 048 500 E
1 048 000 E
RIO GUACHINTE
FERROCARRIL CALI-YUMBA
K 6
K 5
K 3
PUENTE
HDA. LA FERREIRA
CANAL DERIVACION
CRUCE DREN NATURAL
A LA CARBONERA
DESARENADOR-ALIVIADERO
RIO TIMBA
1015.0
1020
1010
600 m
4,45
NOTA:
La curva de nivel 1020 es distinta en el original de plancheta.
100 0 100 200 300 400 MTS.
ESCALA
REVISIONES
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
CANAL DE DERIVACION
PROYECTADO POR J. SOLDI
REVISADO POR
DIBUJADO POR B. CERON
FECHA FEBRERO DE 1940
ESCALA INDICADA
HOJA NUM. 2
NUM. DE HOJAS
APROBADO
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 13
DIB. NO. 9


RIO GUACHINTE
FERROCARRIL CALI-TUMBA
CANAL DE DERIVACION
CANAL DE LA PLANTA DE BOMBEO
ESPERANZA
A GUACHINTE
PUENTE
EST. GUACHINTE
DANALIZO ELEVADO
CRUCE DREN NATURAL
K 7
K 8
K 9
K 10
K 4
Q. Trapias
Q. Robles
Q. El Tigre
1010
1020
1030
1040
1050
1060
1000
N 837 500
N 838 000
N 838 500
N 839 000
N 839 500
N 840 000
N 840 500
N 841 000
N 841 500
N 842 000
1051 500 E
1052 000 E
1052 500 E
1053 000 E
1053 500 E
1054 000 E
ESCALA
100 0 100 200 300 400 MTS.
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DELTIMBA
CANAL DE DERIVACION
PROYECTADO POR L. SOLIS
REVISADO POR
DIBUJADO POR B. CERON
FECHA FEBRERO DE 1949
ESCALA 1:5000 A
HOJA NUM. 3
NUM. DE HOJAS 5
APROBADO
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 13
DIB. NO. 10


842 000 N
841 500 N
841 000 N
840 500 N
840 000 N
839 500 N
839 000 N
838 500 N
838 000 N
837 500 N
1 057 000 E
1 056 500 E
1 056 000 E
1 055 500 E
1 055 000 E
1 054 500 E
1:1.5
REVESTIMIENTO "GUNITE" ESPESOR = 2"
1.40 m.
SECCION TIPICA
CANAL A LA SALIDA DE LA PLANTA HIDROELECTRICA
0 1 2 3 4 5 M.
ESCALA
CANAL PRINCIPAL
CANAL DE LA CASA DE BOMBEO
ARROZALES
CRUCE DRENES NATURALES
GUADUAL
PLATANAL
CAFETALES
CACAOTALES
CIENAGA
CRUCE DEL RIO GUACHINTE
RIO GUACHINTE
CANAL DE SALIDA
PLANTA HIDROELECTRICA
TUBERIA DE PRESION
DESARENADOR-ALIVIADERO
CANAL DE DERIVACION
K12+175
K6
CRUCE DRENES NATURALES
CEMENTERIO
100 0 100 200 300 400 MTS.
ESCALA
REVISIONES
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
CANAL DE DERIVACION
PROYECTADO POR L. SOLDI
REVISADO POR
DIBUJADO POR S. CERON
FECHA FEBRERO DE 1949
ESCALA INDICADA
HOJA NUM. 4
NUM. DE HOJAS 5
APROBADO
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 13
DIB. NO. 11


A CALI
TIMBA (VALLE)
GUADUAL
PLATANAL
GUADUAL
RIO TIMBA
A PORVAN
CAÑAGUZAL
CASCAJERA
PUENTE
PLANTA DE BOMBEO
RIO CAUCA
A SANTANDER
CANAL DE LA PLANTA DE BOMBEO
K1
K2
K3
837 000 N
836 500 N
836 000 N
835 500 N
835 000 N
834 500 N
1049 500 E
1050 000 E
1050 500 E
1051 000 E
1051 500 E
1052 000 E
1052 500 E
1053 000 E
1053 500 E
1054 000 E
100 0 100 200 300 400 MTS.
ESCALA
5.30m.
2.50m.
0.75
1.75m.
1.80m.
1.5:1
1:1
REVESTIMIENTO "GUNITE" ESPESOR=2"
DESCAPOTE DE LA CAPA VEGETAL
SECCION TIPICA EN MEDIA LADERA
2.00m.
7.40m.
2.00m.
0.80m.
1.65m.
2.45m.
1.5:1
DESCAPOTE DE LA CAPA VEGETAL
SECCION TIPICA EN TERRENO PLANO
CANAL DE LA PLANTA DE BOMBEO
REVISIONES
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
CANAL DE DERIVACION
PROYECTADO POR L. SOLIS
REVISADO POR
DIBUJADO POR L.A.D.R.
FECHA FEBRERO DE 1949
ESCALA INDICADA
HOJA NUM. 5
NUM. DE HOJAS 5
APROBADO
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 13
DIB. NO. 12



NOTAS GENERALES:

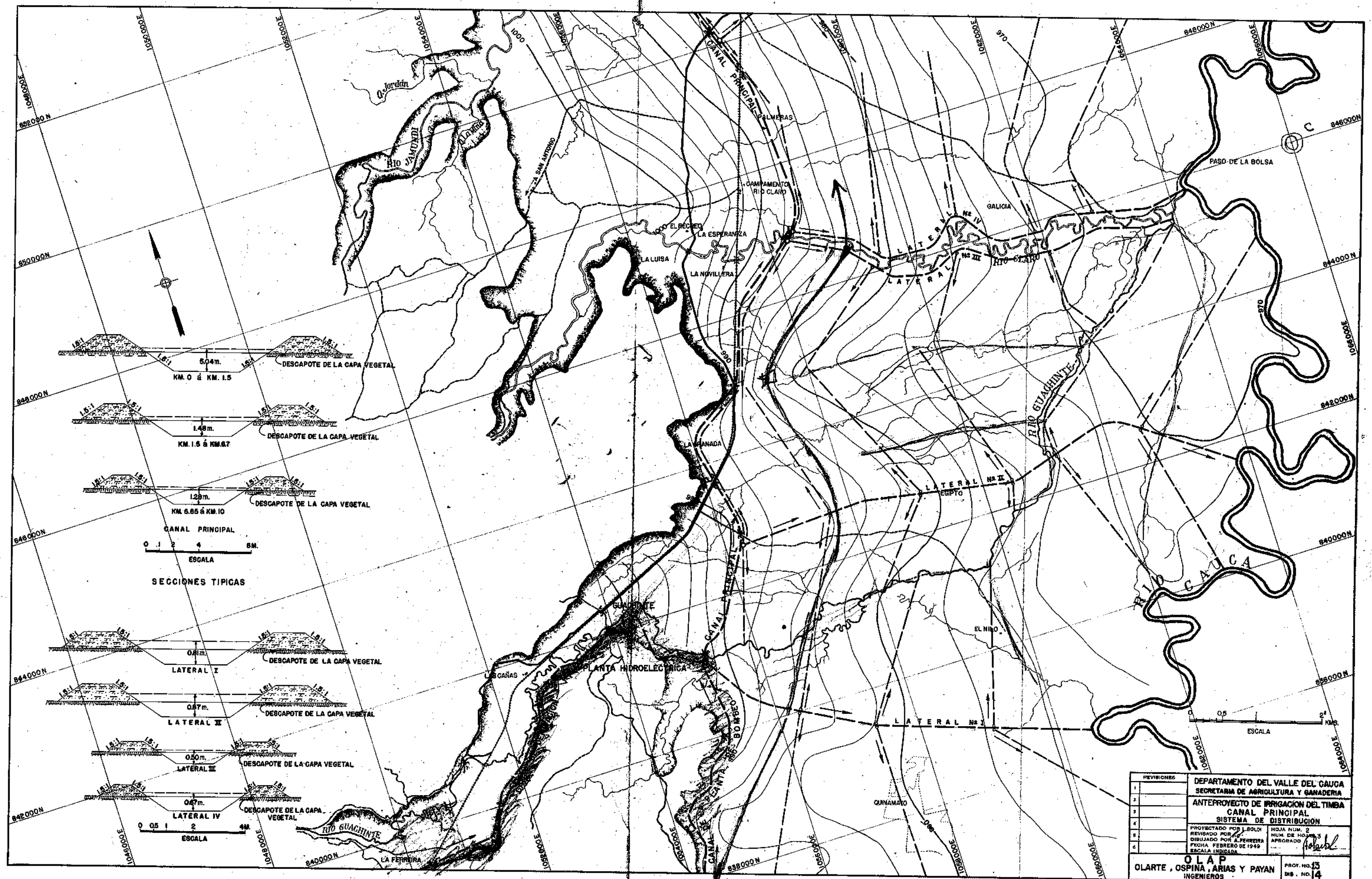
ESTE MAPA HA SIDO ELABORADO CON BASE EN LAS AEROFOTOGRAFIAS TOMADAS POR EL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR Y CATASTRAL Y EN POLIGONALES DE CONTROL QUE SE CORRIERON PARA AJUSTAR LAS FOTOGRAFIAS.

LAS COORDENADAS ESTAN BASADAS EN EL PUTO IGM 244 "RIVERITA" (SISTEMA DE 1947) Y ESTAN ORIENTADAS POR EL NORTE VERDADERO.

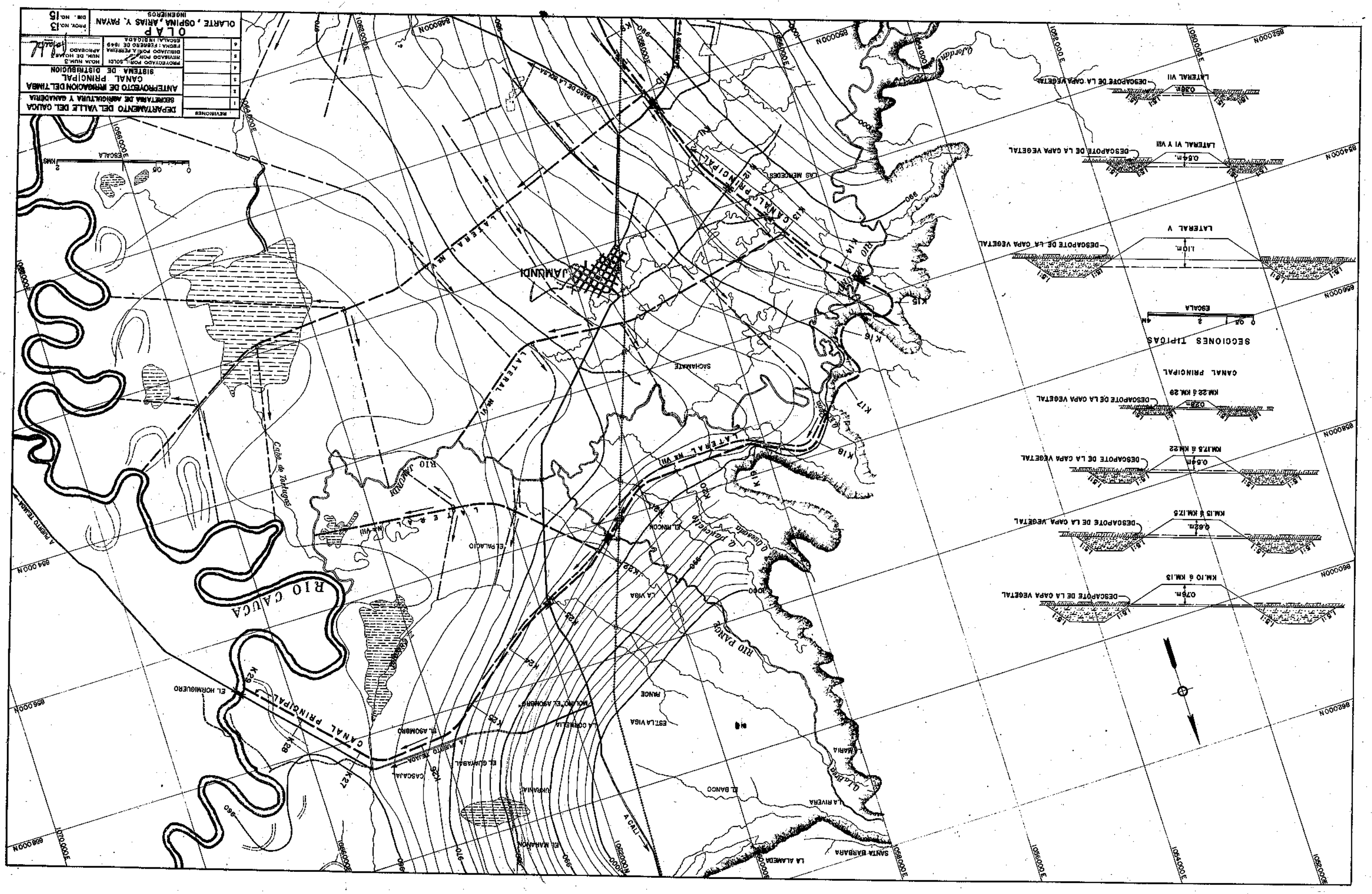
TODOS LOS DATOS ALTIMETRICOS ESTAN BASADOS EN LINEAS DE NIVEL Y FUERON REFERENCIADOS AL PUNTO IGM 244.

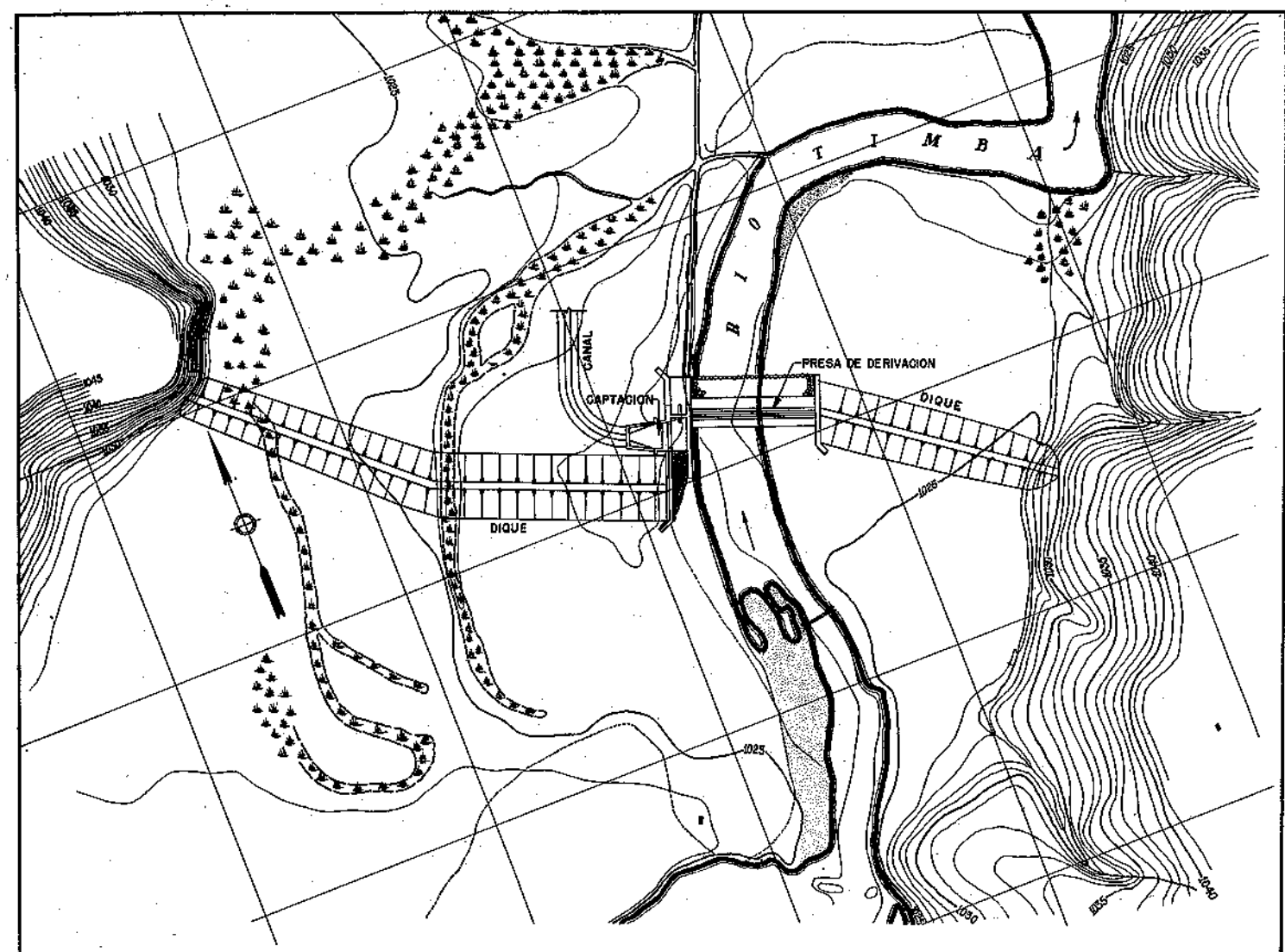
ESTE MAPA HA SIDO PREPARADO PARA LOS ESTUDIOS DE IRRIGACION, DENTRO DE UNA PRECISION ADECUADA PARA ESTE FIN. LA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y FOMENTO DARA A LOS INTERESADOS, DETALLES SOBRE LOS METODOS USADOS Y LA PRECISION OBTENIDA.

3 - (B - C)



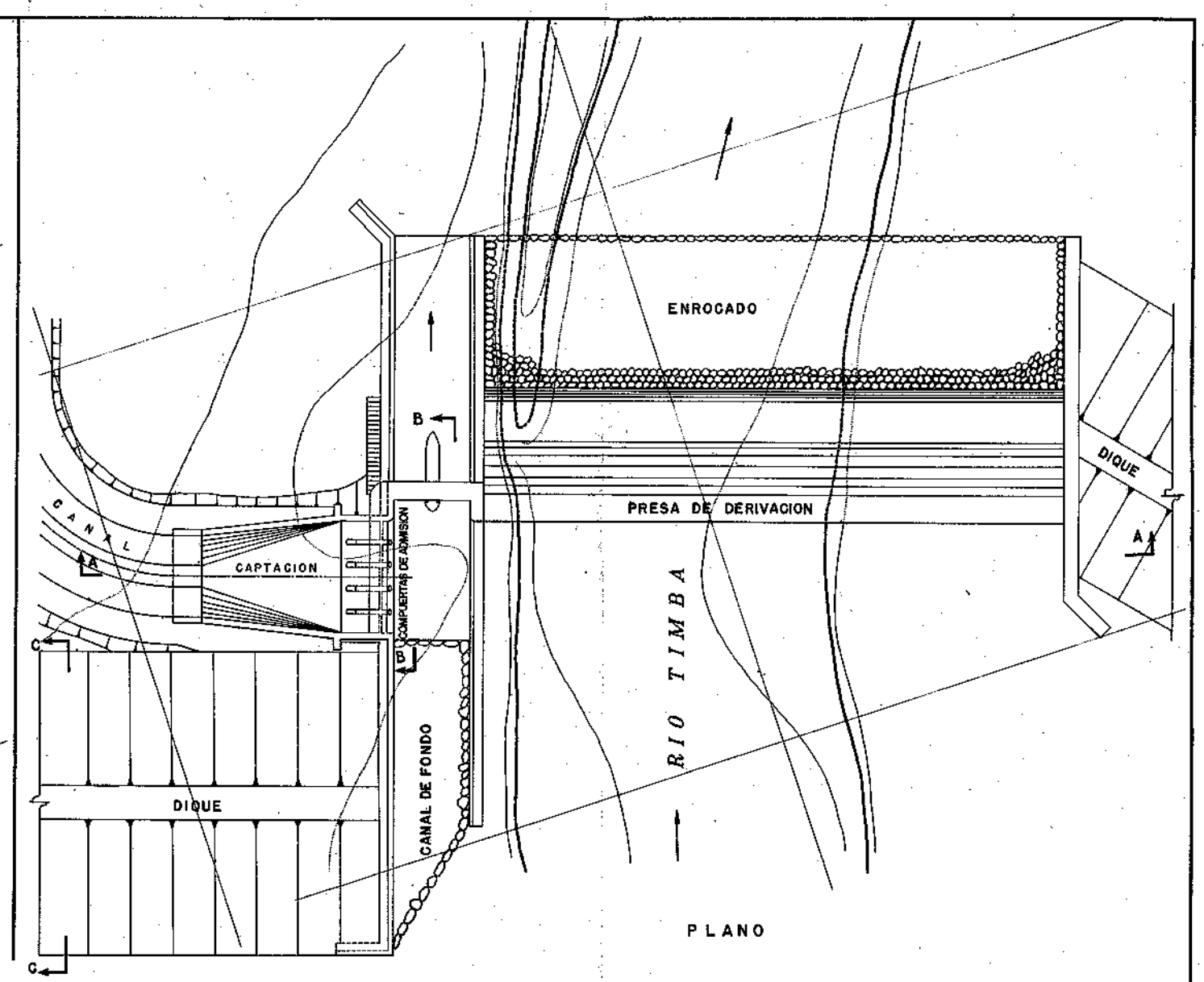
Main left-bank canal from Timba reservoir


DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE RRHAGAOION DEL TIMBA
CANAL PRINCIPAL
SISTEMA DE DISTRIBUCION
PROYECTADO POR: J. SOLIS
REVISADO POR: J. FERREIRA
DIBUJADO POR: A. FERREIRA
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEBRERO DE 1969
HOJA NUM.3
NUM. DE HOJAS
APROBADO
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y. PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 13
DIB. NO. 15
REVISIONES
RIO CAUCA
RIO JAMUNDI
CANAL PRINCIPAL
LATERAL N° VII
LATERAL N° VIII
LATERAL N° IX
LATERAL N° X
JAMUNDI
SACHAMATE
LAS MERCEDES
EL RINCON
EL PALACIO
LA VIGA
RIO PANCE
EST. LA VIGA
RANCE
EL BANCO
LA RIVERA
SANTA BARBARA
LA ALAMEDA
EL NARANJO
URRANIA
EL GUAYABAL
CASCAJAL
EL ASOMBRO
EL HORMIGUERO
A PUERTO TEJADA
A CALI
Q. Dorada
Q. Dovejo
Q. Polvorito
Q. Dorada
Q. Pance
Q. Cauca
Q. Tortugas
DESCAPOTE DE LA CAPA VEGETAL
LATERAL VII
LATERAL VI Y VIII
LATERAL V
SECCIONES TIPICAS
CANAL PRINCIPAL
KM.22 & KM.29
KM.17.5 & KM.22
KM.15 & KM.17.5
KM.10 & KM.13
E50CALA
E300CALA
KMS



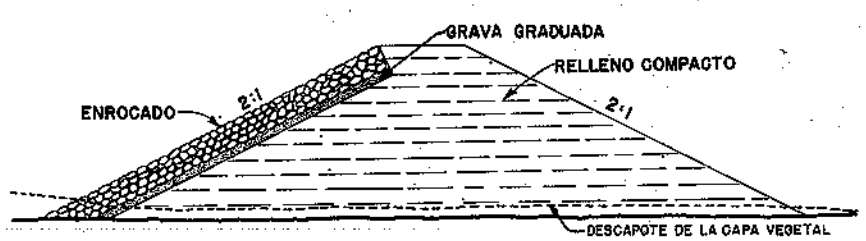
VISTA DE CONJUNTO

0 25 50 100 Mts.
ESCALA



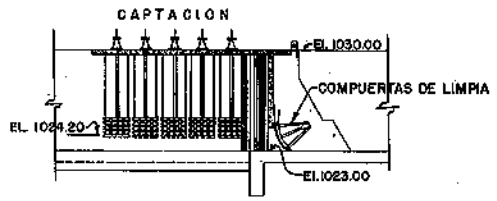
PLANO

0 5 10 15 20 Mts.
ESCALA

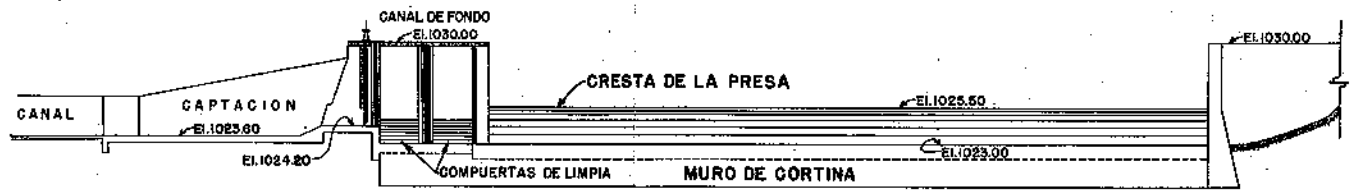


CORTE C-C

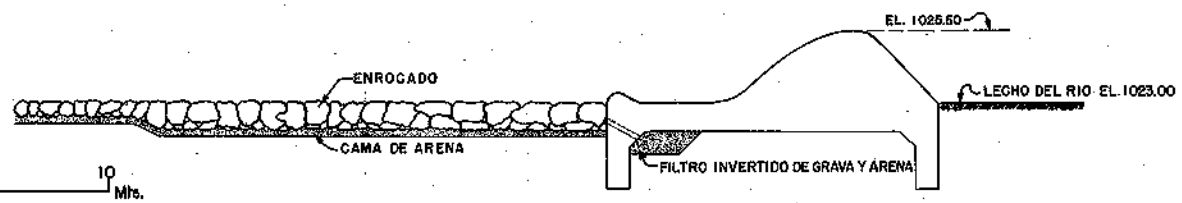
SECCION MAXIMA DEL DIQUE



CORTE B-B



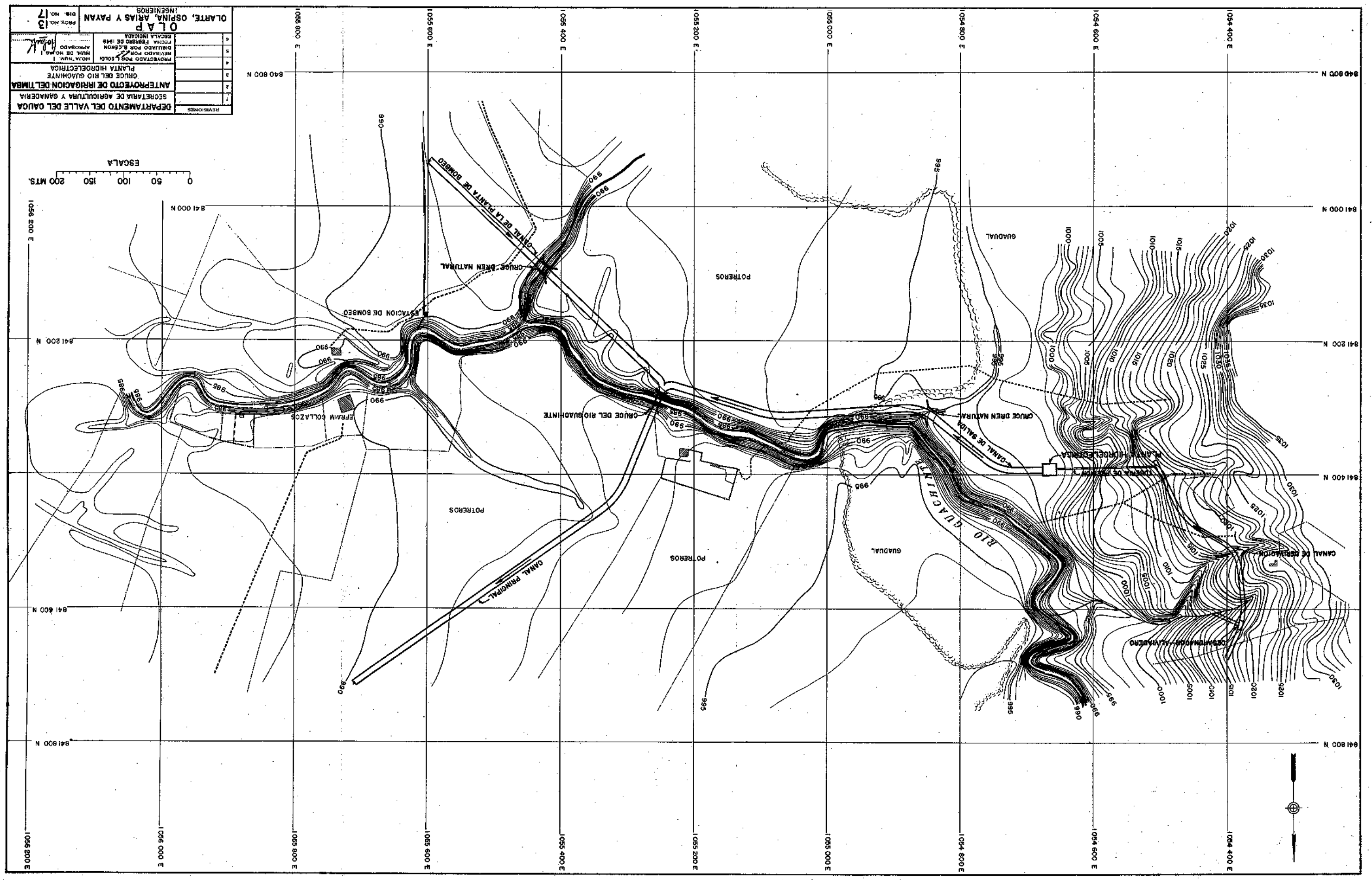
CORTE A-A

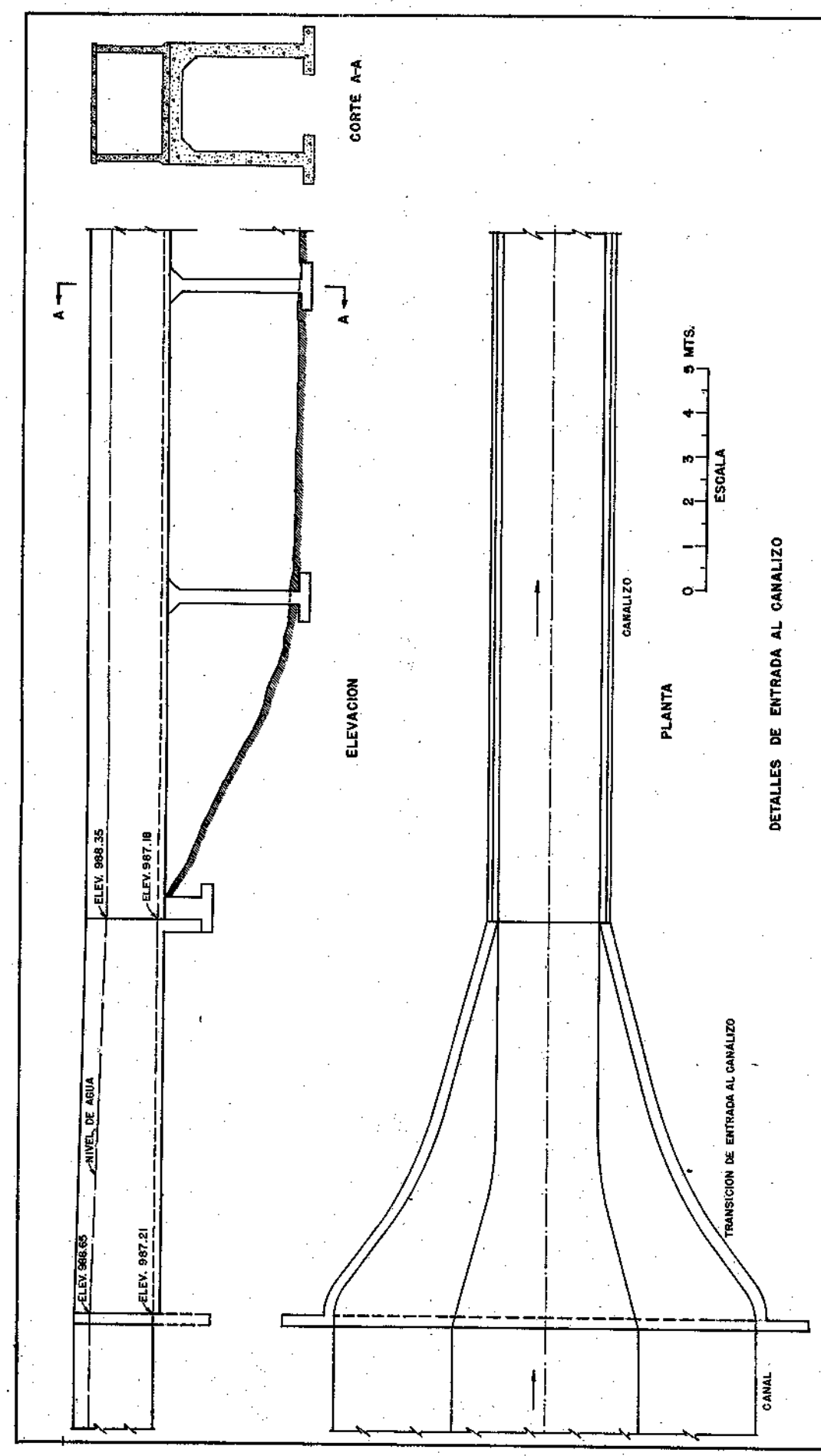


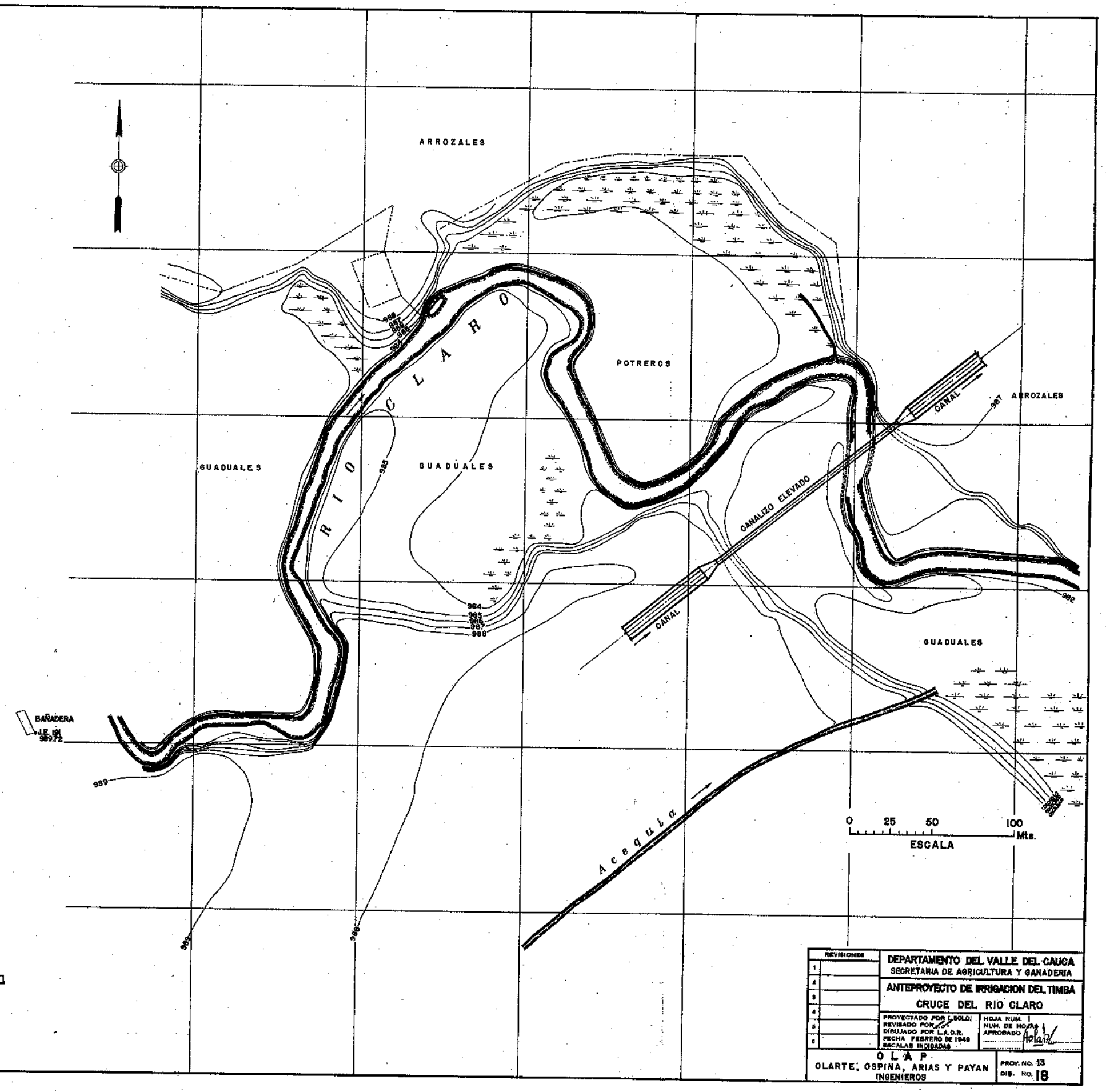
0 5 10 Mts.
ESCALA

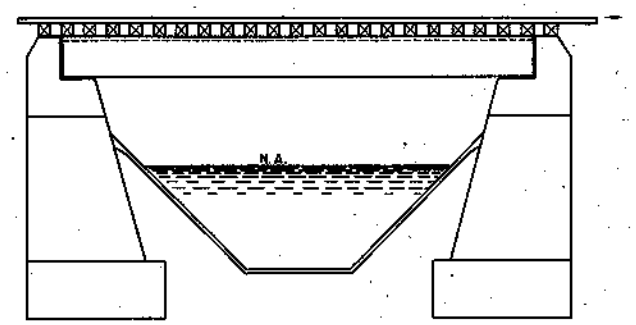
SECCION DE LA PRESA DE DERIVACION

REVISIONES	DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
1	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
2	OBRAS DE TOMA
3	
4	PROYECTADO POR J. SOLDI REVISADO POR DIBUJADO POR A. FERREIRA FECHA FEBRERO DE 1949 ESCALAS INDICADAS
5	HOJA NUM. 1 NUM. DE HOJAS APROBADO
6	
	OLAP OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN INGENIEROS
	PROY. NO. 13 DIB. NO. 16

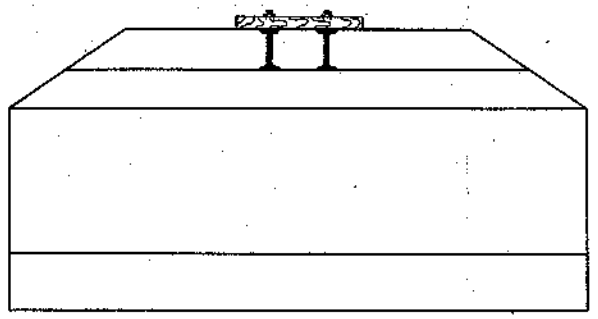

DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
CAUCE DEL RIO GUACHINTE
PLANTA HIDROELECTRICA
PROYECTADO POR L. SOLCI
REVISADO POR
DIBUJADO POR B. CERON
REVISADO POR FERRERO DE 1949
ESCALA INDICADA
HOJA 'VUM 1
MUN. DE HOMES
APROBADO
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 13
DIB. NO. 17
REVISIONES
ESCALA
0 50 100 150 200 MTS.
CANAL DE LA PLANTA DE BOMBEO
ESTACION DE BOMBEO
CAUCE DEL RIO GUACHINTE
CAUCE OREN NATURAL
CANAL DE SALIDA
CANAL PRINCIPAL
POTREROS
GUADUAL
RIO GUACHINTE
CANAL DE DESCARGA
CANAL DE DERIVACION
CAUCE DE DERIVACION
PLANTA HIDROELECTRICA
EFRAIM GOLLAZOS
841 200 N
841 400 N
841 600 N
841 800 N
840 800 N
1056 200 E
1056 000 E
1055 800 E
1055 600 E
1055 400 E
1055 200 E
1055 000 E
1054 800 E
1054 600 E
1054 400 E


CORTE A-A
A
A
ELEVACION
ELEV. 988.35
ELEV. 987.18
NIVEL DE AGUA
ELEV. 988.65
ELEV. 987.21
CANALIZO
PLANTA
0 1 2 3 4 5 MTS.
ESCALA
DETALLES DE ENTRADA AL CANALIZO
TRANSICION DE ENTRADA AL CANALIZO
CANAL


ARROZALES
POTREROS
GUADUALES
GUADUALES
GUADUALES
ARROZALES
RIO CLARO
CANAL
CANAL
CANALIZO ELEVADO
BAÑADERA
Acequia
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
0 25 50 100 Mts.
ESCALA
REVISIONES
1
2
3
4
5
6
DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
CRUCE DEL RIO CLARO
PROYECTADO POR L. BOLDI
REVISADO POR
DIBUJADO POR L.A.D.R.
FECHA FEBRERO DE 1949
ESCALAS INDICADAS
HOJA NUM. 1
NUM. DE HOJAS
APROBADO
O L A P
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
PROY. NO. 13
DIB. NO. 18



ELEVACION

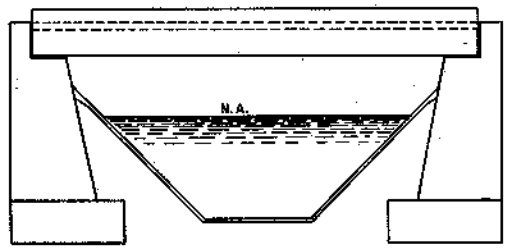


CORTE TRANSVERSAL

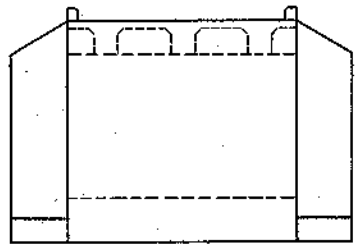
PUENTE TIPICO PARA FERROCARRIL

1 0 1 2 3 MTS.

ESCALA



ELEVACION

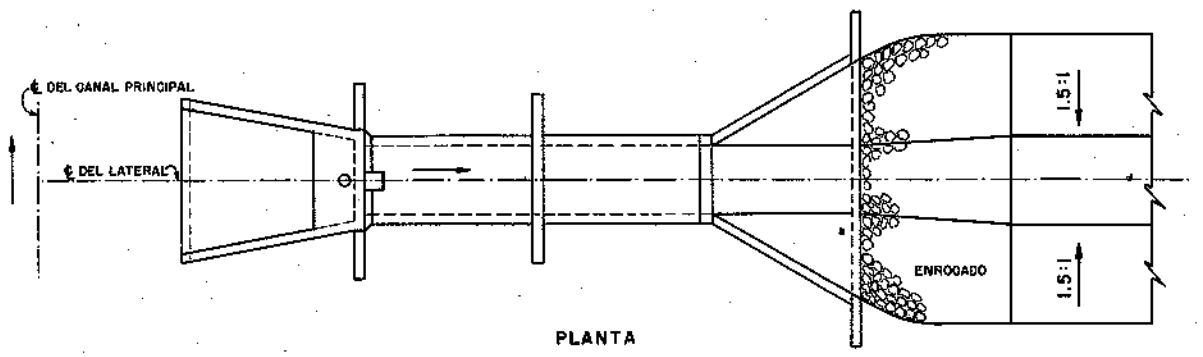


CORTE TRANSVERSAL

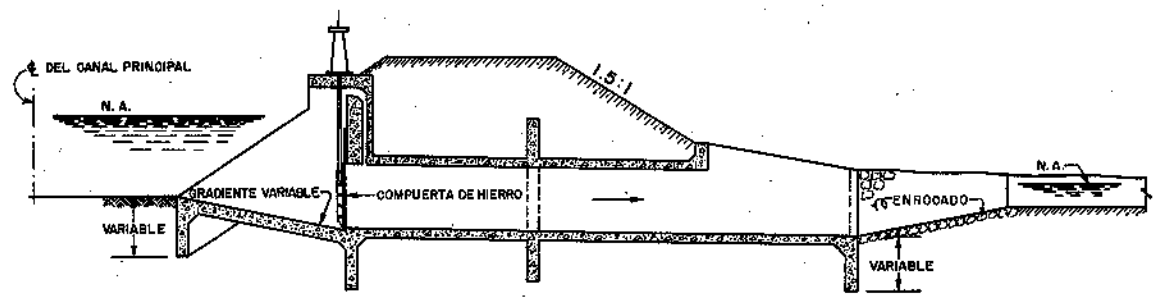
PUENTE TIPICO PARA CARRETERA

1 0 1 2 3 MTS.

ESCALA



PLANTA

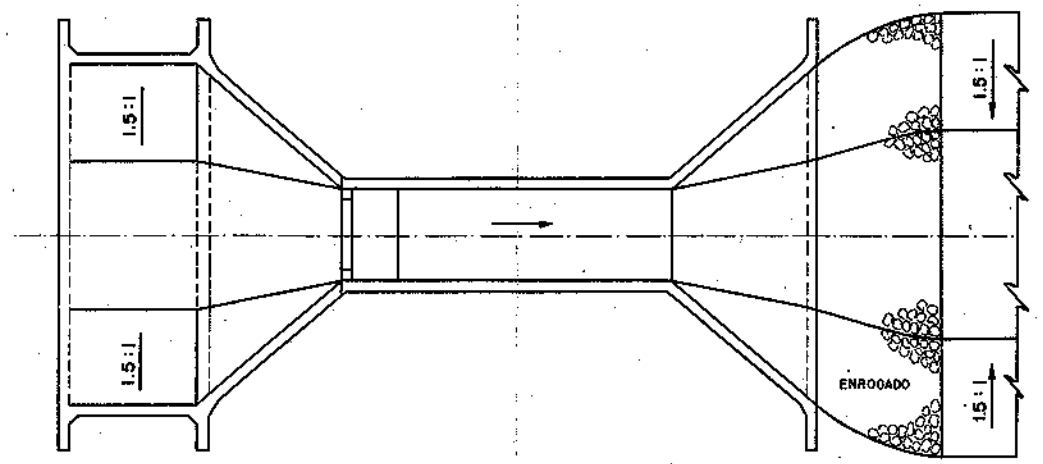


SECCION LONGITUDINAL

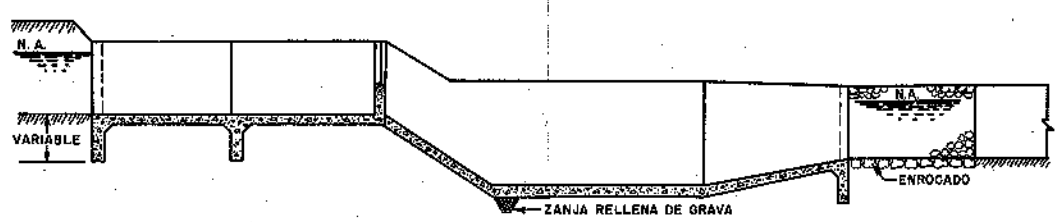
COMPUERTA TIPICA PARA CANALES LATERALES

1 0 1 2 3 MTS.

ESCALA



PLANTA

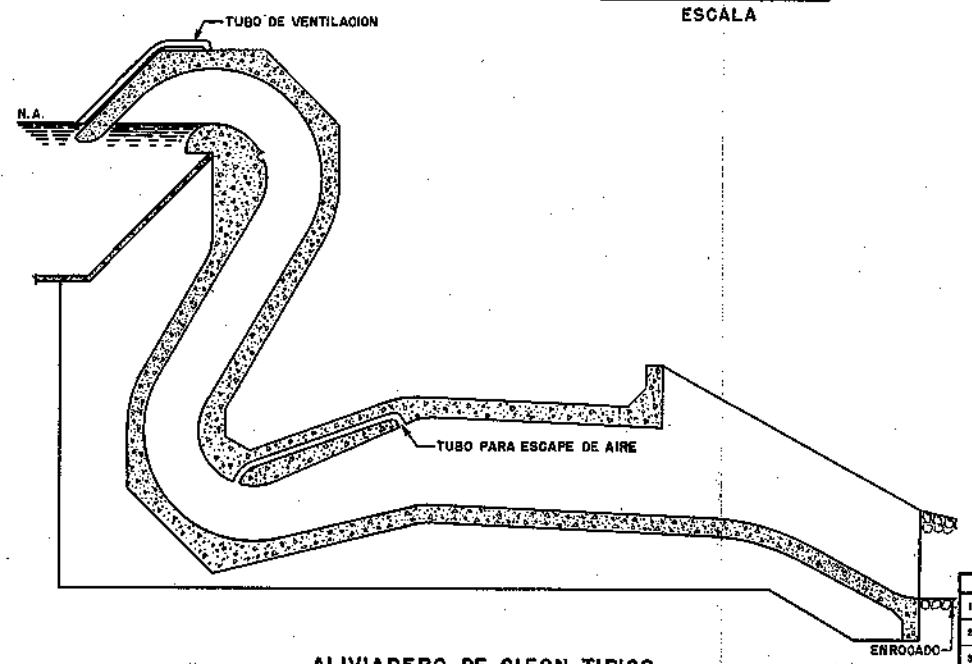


SECCION LONGITUDINAL

CAIDA TIPICA

1 0 1 2 3 MTS.

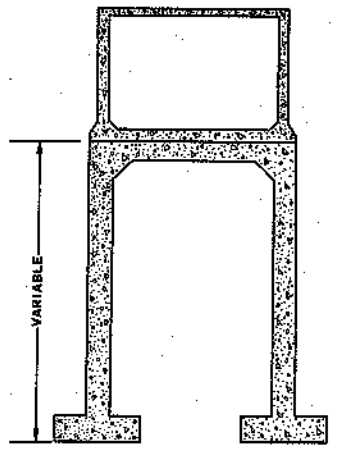
ESCALA



ALIVIADERO DE SIFON TIPICO

1 0 1 2 MTS.

ESCALA



CANALIZO ELEVADO TIPICO

1 0 1 2 3 MTS.

ESCALA

REVISIONES	
1	
2	
3	
4	
5	
6	

DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

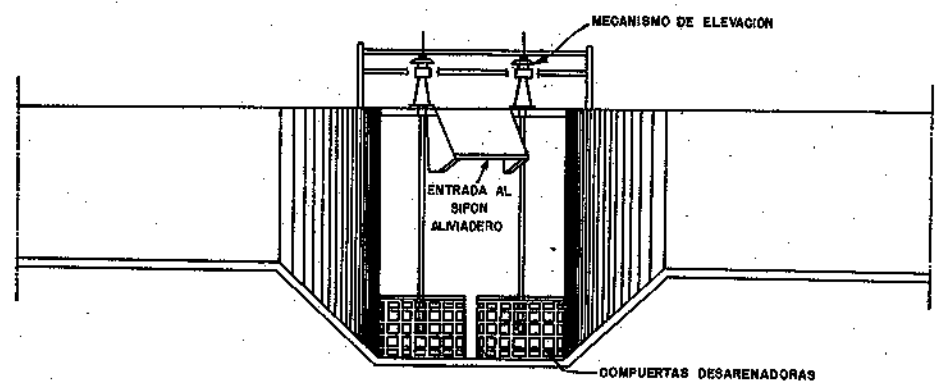
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
ESTRUCTURAS TIPICAS

PROYECTADO POR J. SOLDI
REVISADO POR
DIBUJADO POR L.A.D.R.
FECHA FEBRERO DE 1949
ESCALAS INDICADAS

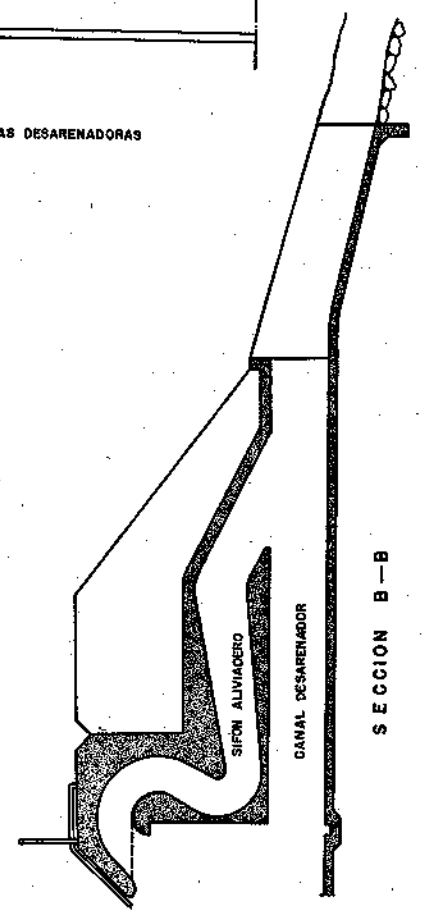
HOJA NUM. 1
NUM. DE HOJAS 2
APROBADO

OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS

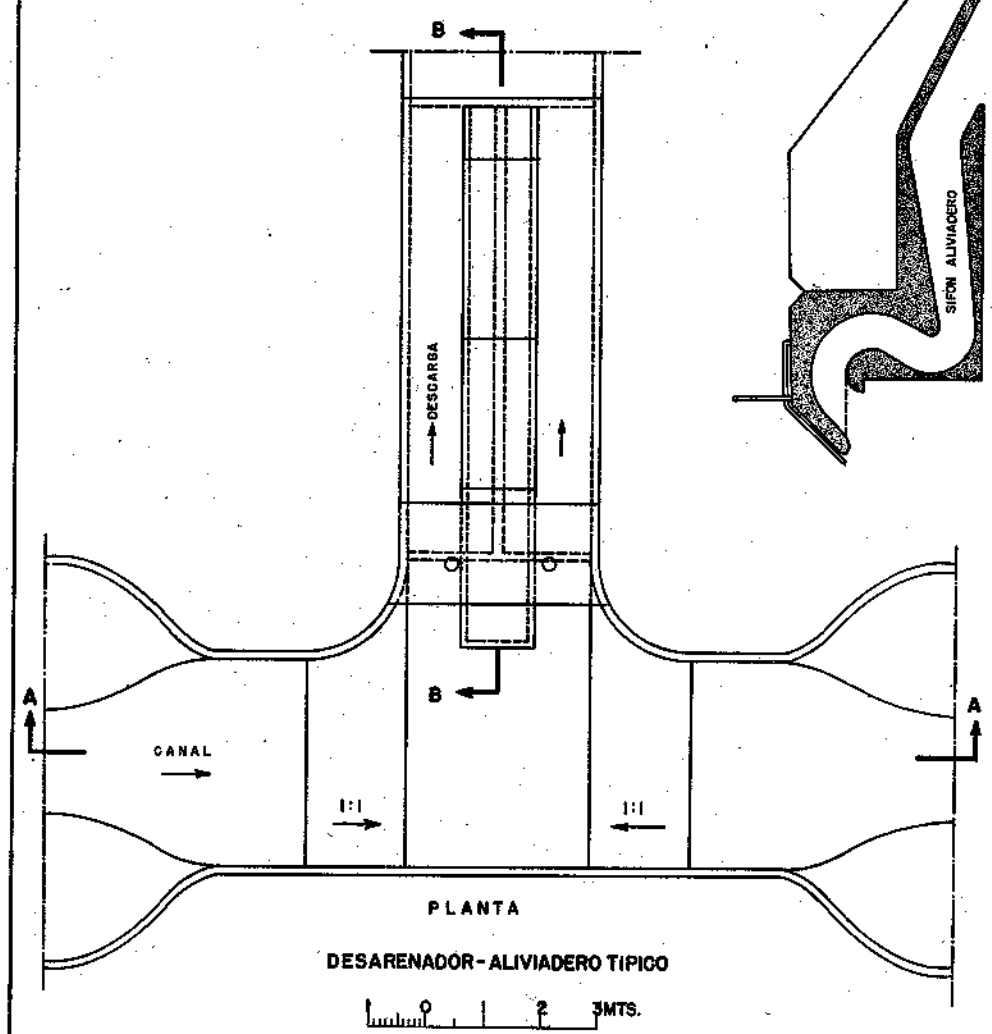
PROY. NO. 13
DIB. NO. 19



SECCION A-A



SECCION B-B



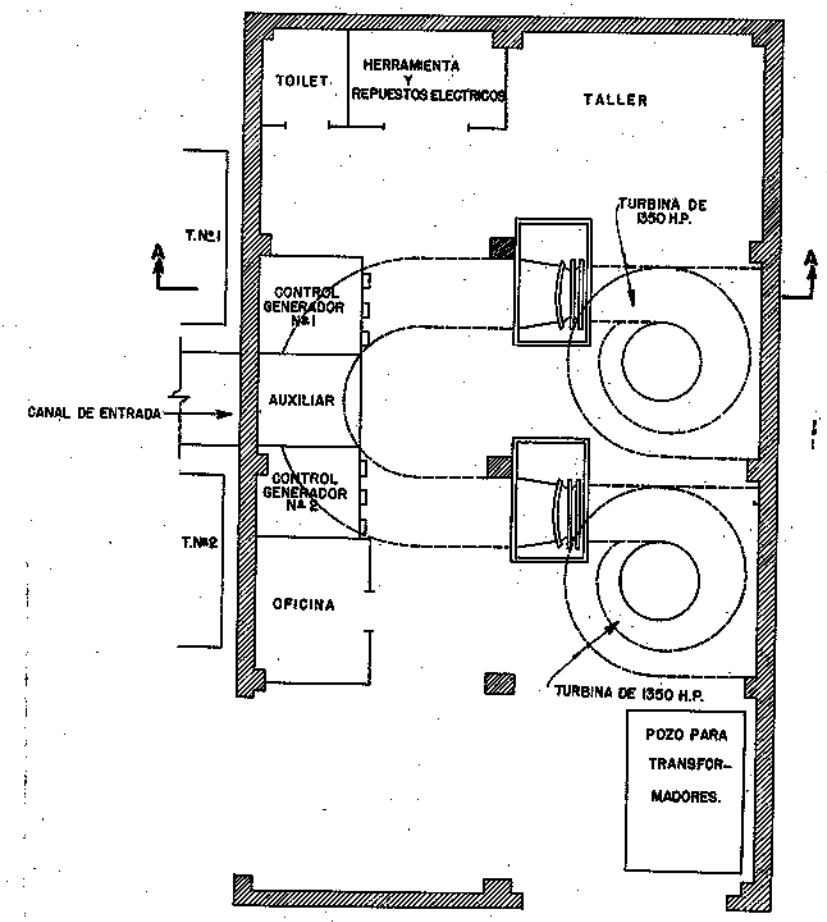
PLANTA

DESARENADOR-ALIVIADERO TIPICO

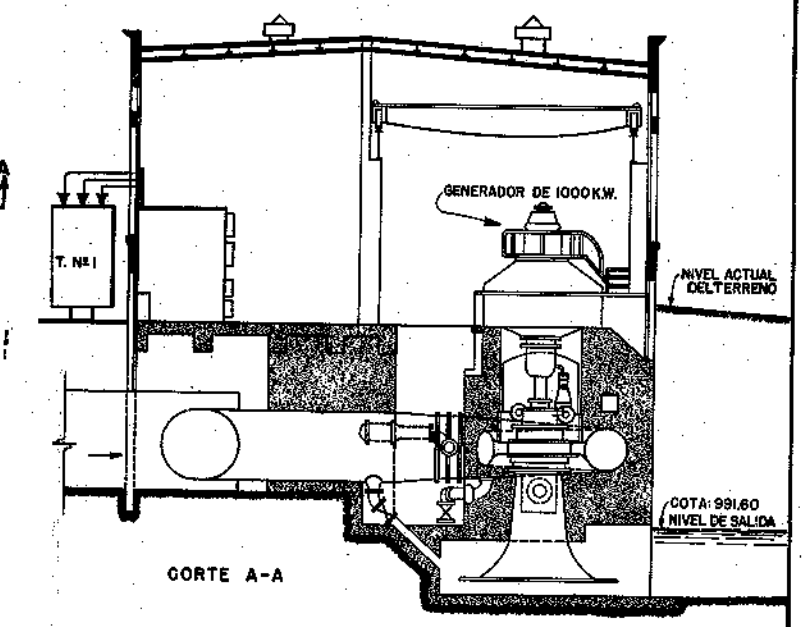
0 1 2 3MTS.

ESCALA

PERFIL LONGITUDINAL DE LA CAIDA



PLANTA



CORTE A-A

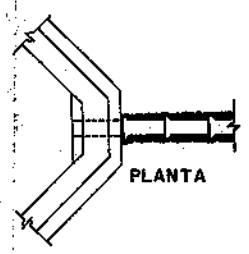
CASA DE MAQUINAS

PLANTA ELECTRICA DE GUACHINTE

CAPACIDAD TOTAL 2000 K.W.

0 5 10 20 MTS.

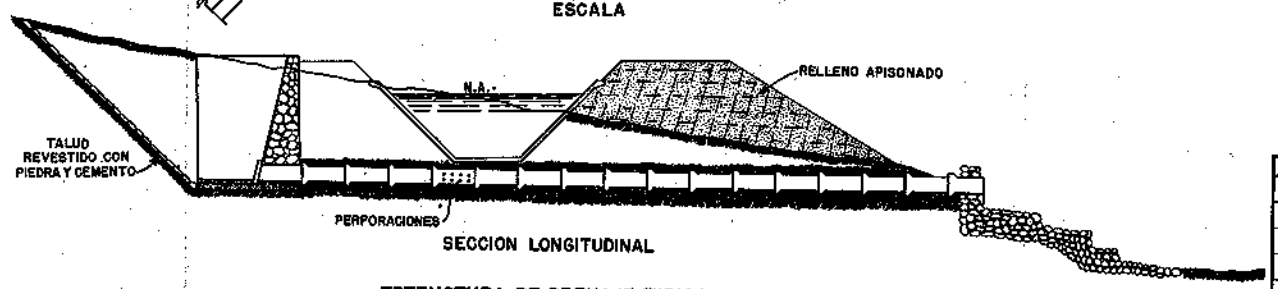
ESCALA



PLANTA

0 1 2 3 4 5MTS.

ESCALA



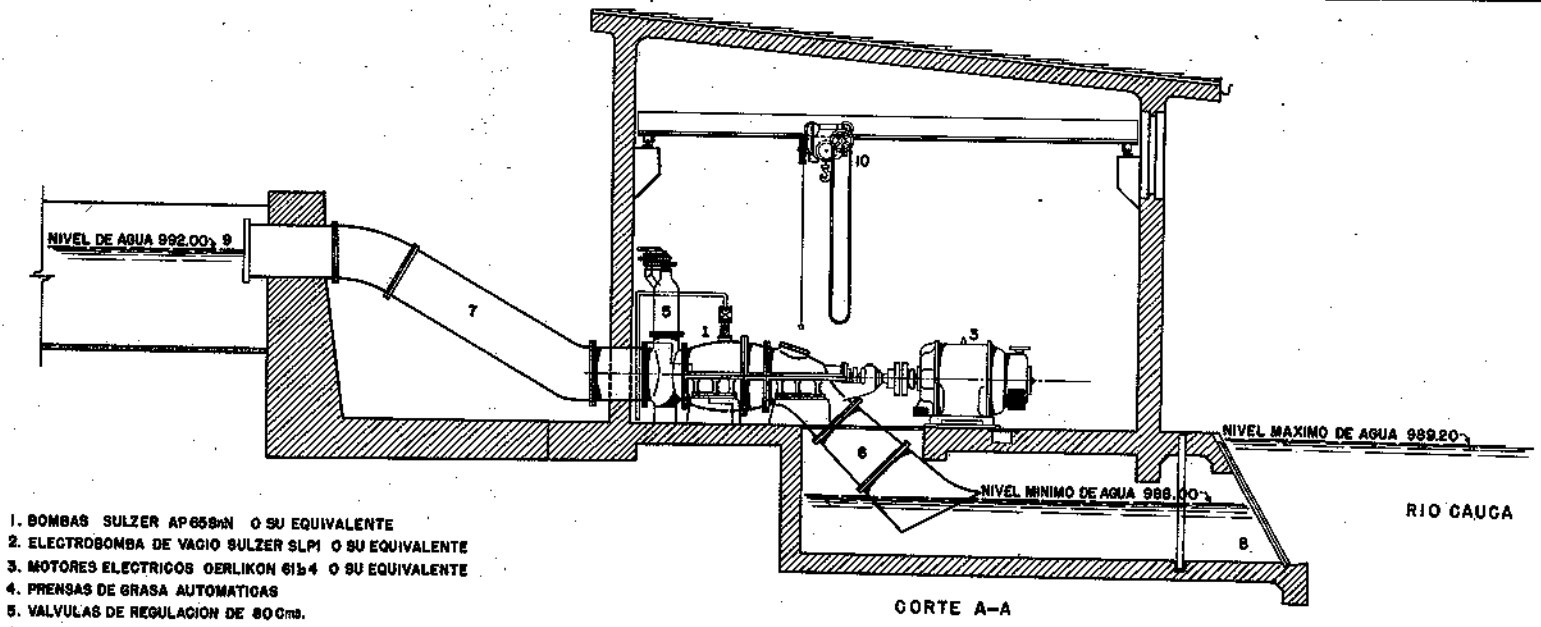
SECCION LONGITUDINAL

ESTRUCTURA DE DRENAJE TIPICA

REVISIONES	DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
1	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA ESTRUCTURAS TIPICAS PLANTA ELECTRICA DE GUACHINTE
2	PROYECTADO POR: J. SOLOI REVISADO POR: [illegible] DIBUJADO POR: A. FERREIRA FECHA FEBRERO DE 1949 ESCALAS: INDICADAS HOJA NUM. 2 NUM. DE HOJAS 2 APROBADO [illegible]
3	
4	
5	
6	

OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS

PROY. NO. 13
DIB. NO. 20

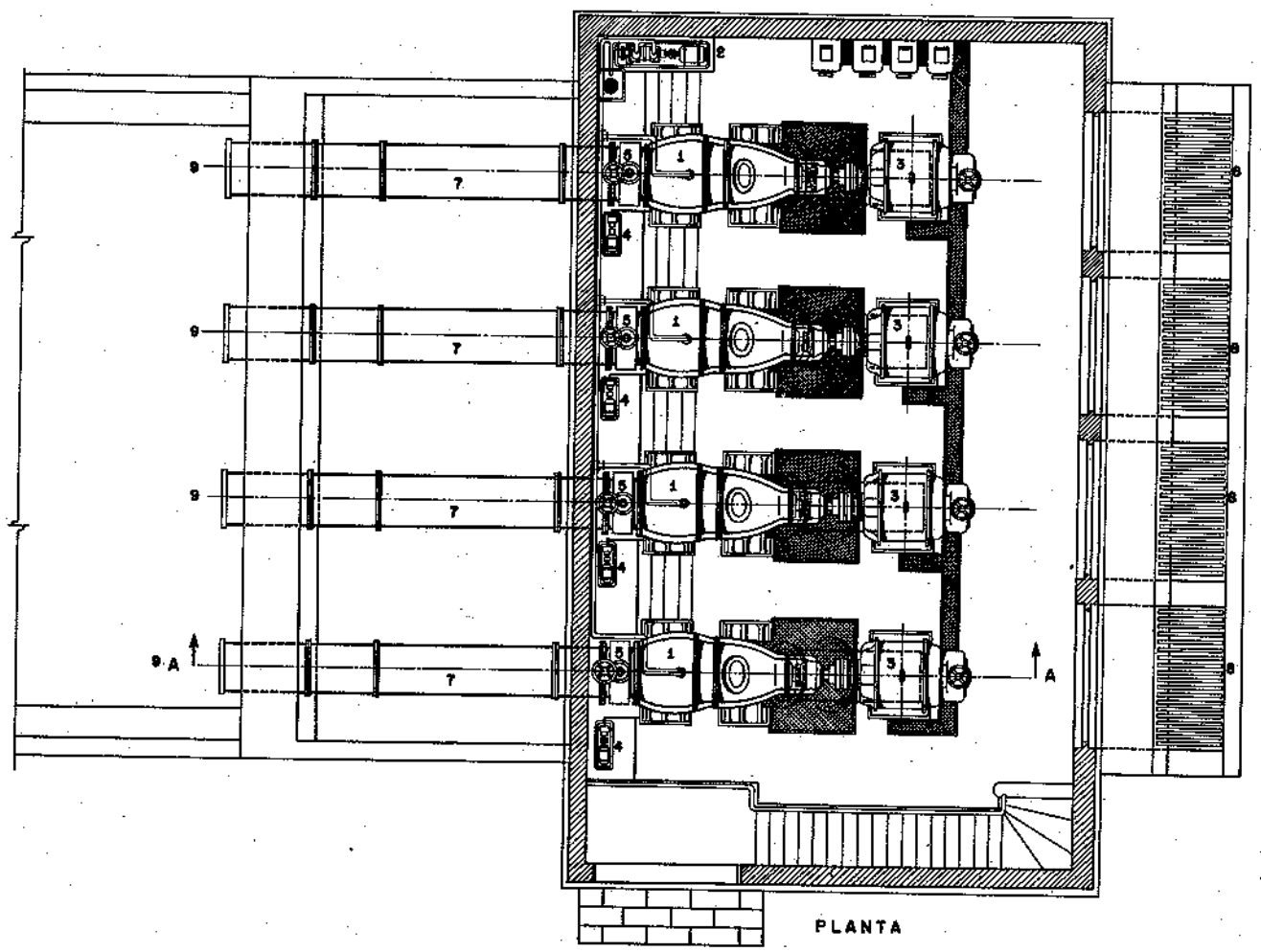


CORTE A-A

1. BOMBAS SULZER AP65SrN O SU EQUIVALENTE
2. ELECTROBOMBA DE VACIO SULZER SLPI O SU EQUIVALENTE
3. MOTORES ELECTRICOS OERLIKON 61b4 O SU EQUIVALENTE
4. PRENSAS DE GRASA AUTOMATICAS
5. VALVULAS DE REGULACION DE 80Cms.
6. CONDUCTO DE SUCCION
7. TUBERIA DE DESCARGA
8. ENTRADA Y REJILLAS
9. SALIDA
10. MONTACARGAS

INSTALACION DE BOMBEO EN EL RIO CAUCA

0 1 2 3 4 MTS.
ESCALA



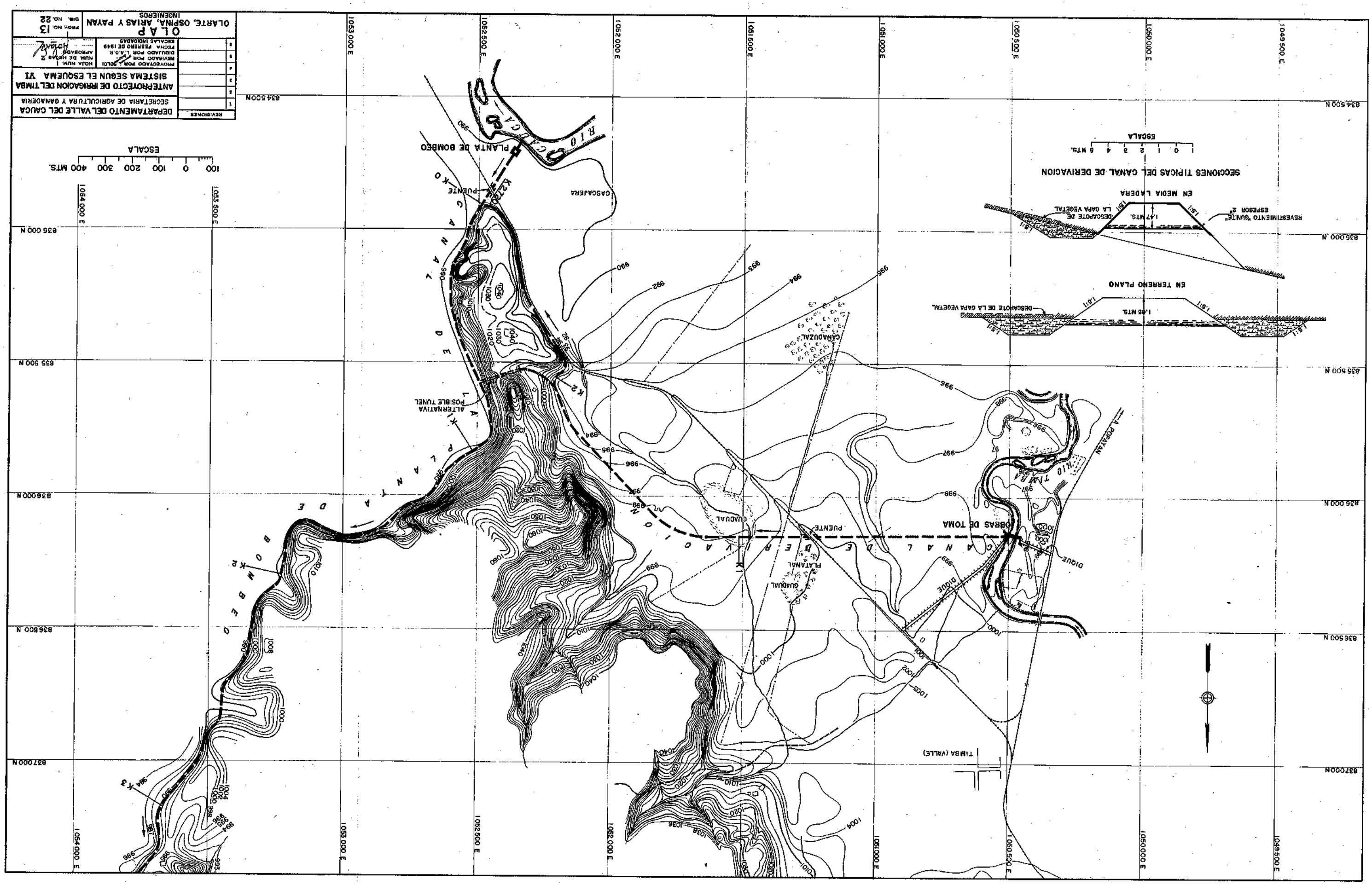
PLANTA

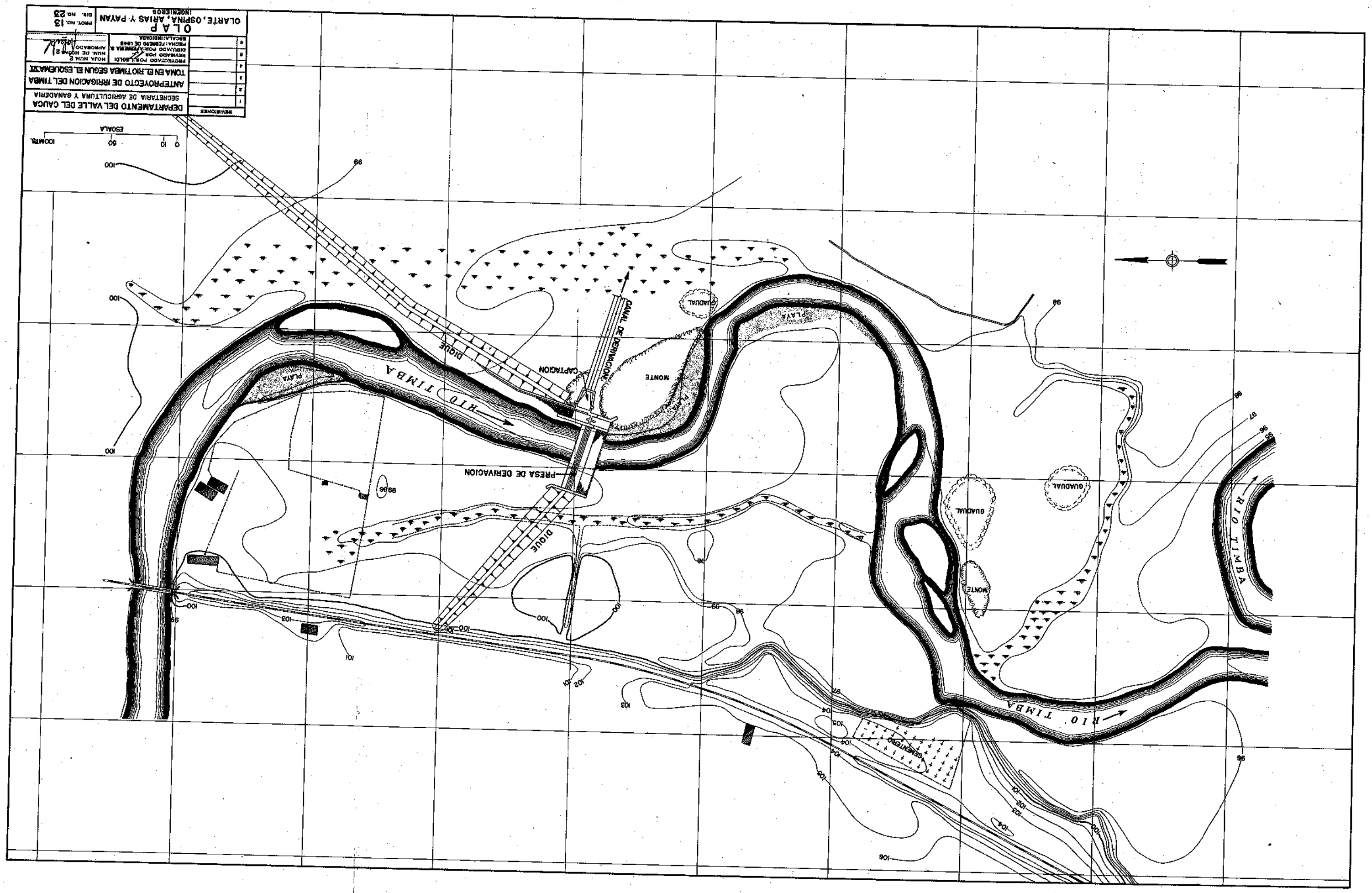
0 25 50 100 MTS.
ESCALA

REVISIONES	DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
1	ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
2	PLANTA DE BOMBEO EN EL RIO CAUCA
3	PROYECTADO POR L. SOLDI REVISADO POR J.F. DIBUJADO POR A.F. Y L.O. FECHA FEBRERO DE 1949 ESCALAS INDICADAS
4	HOJA NUM. 1 NUM. DE HOJAS 1 APROBADO
5	
6	

OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS

PROY. NO. 13
DIB. NO. 21


DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
SISTEMA SEGUN EL ESQUEMA VI
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
Dim. No. 22
Prov. No. 13
CANAL DE DERIVACION
OBRAS DE TOMA
PLANTA DE BOMBEO
CANAL DE PLANTA DE BOMBEO
ALTERNATIVA POSIBLE TUNEL
PUENTE
DIQUE
TIMBA (VALLE)
CASCAJERA
CANAUZAL
PLATANAL
GUADUAL
RIO TIMBA
ESCALA
SECCIONES TIPICAS DEL CANAL DE DERIVACION
EN MEDIA LADERA
EN TERRENO PLANO
REVESTIMIENTO "GUNITE" ESPESOR 2"
DESCAPOTE DE LA CAPA VEGETAL
1.47 MTS.
1.06 MTS.


DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ANTEPROYECTO DE IRRIGACION DEL TIMBA
TOMA EN EL RIO TIMBA SEGUN EL ESQUEMA XI
OLAP
OLARTE, OSPINA, ARIAS Y PAYAN
INGENIEROS
ESCALA
RIO TIMBA
DIQUE
CAPTACION
CANAL DE DERIVACION
PRESA DE DERIVACION
MONTE
GUADUAL
PLAYA
SEMENTERO