

### 5-3 Plan de riego

#### 5-3-1 Requerimiento de agua de riego

En el área de proyecto, la precipitación anual es de unos 1.600 mm, con una distribución bastante equilibrada a través del año, por eso no es necesario realizar la irrigación a los cultivos secanos en forma sistemática. Por eso, el plan de riego contempla solamente la irrigación para el arroz con riego.

El requerimiento de agua del arroz con riego se determinó mediante el estudio del gasto de agua realizado en el establecimiento Bolf ubicado en el área de proyecto, por el método de Penman corregido.

En el caso de la siembra directa en campo seco, durante cierto período posterior a la siembra la parcela se encuentra en estado seco. Por eso el cálculo de requerimiento para ese período se debe realizar por método diferente al caso de arrozal propiamente. Considerando ese aspecto, el manejo de agua en el método de siembra directa en campo seco del arroz con riego puede ser dividido en tres etapas siguientes.

- I. Primera etapa: Período comprendido entre la siembra y antes del inicio de macollamiento.  
La humedad del suelo debe ser manejada, tomando como límite inferior, el punto de marchitez. Principalmente se aprovechará la humedad de las lluvias, completando el déficit con el riego.
- II. Segunda etapa: Período anterior al macollamiento. Durante este período se carga el agua hasta la profundidad que no se constituya en obstáculo para el macollamiento.
- III. Tercera etapa: Período en el cual se debe mantener una determinada profundidad de inundación.

La cantidad de humedad necesaria previa a la inundación, es decir en la primera etapa está dada por los siguientes valores, de acuerdo a resultados del estudio de las propiedades físicas del suelo.

- |  |             |
|--|-------------|
| ① Nivel del agua subterránea de diseño en estado de campo seco | GL - 700 mm |
| ② Zona de distribución efectiva del sistema radicular          | 400 mm      |
| ③ Proporción de la fase sólida                                 | 60%         |

- ④ Proporción de humedad efectiva total  
(En estado de campo seco) (A.M.) 20%
- ⑤ Humedad efectiva total (TAM) 80 mm
- ⑥ Humedad efectiva disponible total (TRAM)  
(50% de TAM) 40 mm
- ⑦ Proporción de humedad inefectiva
  - Hacia el estado seco 10%
  - Hacia el estado húmedo 10%
- ⑧ Cantidad de humedad necesaria para pasar desde la capacidad de campo al estado de saturación ( $R_1$ ).

$$R_1 = 400 \times 0,1 + 300 \times 0,1 \times 1/2 = 55 \text{ mm}$$

- ⑨ Cantidad de agua necesaria para pasar del punto de marchitez hasta la profundidad de inundación determinada (60 mm), ( $R_2$ ).

$$R_2 = \text{Humedad efectiva disponible total} + R_1 + \text{Profundidad de inundación} = 40 + 55 + 60 = 155 \text{ mm}$$

El manejo de agua en cada etapa, de acuerdo al requerimiento obtenido para cada una de las mismas es como se indica a continuación:

- I. Primera etapa: Se realizará el riego intermitente utilizando el volumen de requerimiento pico del agua.

Volumen de riego diario	40 mm (TRAM)
Período de intermitencia	Unos cinco días

- II. Segunda etapa: Se completará la inundación en seis días, a partir del día 25, después de la siembra. Se hará que el suelo se encuentre en estado de saturación de humedad, antes de iniciar la inundación.

Profundidad de inundación (Promedio)	60 mm
Requerimiento diario de agua para la inundación	10 mm/día

- III. Tercera etapa: Se suministrará volumen que requiere el cultivo.

La precipitación efectiva del área de proyecto será determinada como se indica a continuación:

- I. Período inicial de la primera etapa: En el período inicial del método de siembra directa en campo seco, el suelo se encuentra seco, se hará

de la misma manera que en el caso del riego en cultivos secanos. Se tomará como límite superior, el valor que resulta al restar de TRAM, la humedad efectiva existente inmediatamente después de la lluvia.

La precipitación diaria de menos de 5 mm será considerada como inefectiva y para la precipitación diaria de más de 5 mm, el 80% de la misma será considerada como efectiva.

## II. Desde el período final de la primera etapa en adelante:

La planta del arroz irá creciendo y el riego por la acumulación del agua disminuye. Por eso se considerará de la siguiente manera.

La precipitación diaria de menos de 5 mm será considerada como inefectiva y de la precipitación de más de 80 mm, su 80% será considerada como efectiva, y se tomará como límite superior de la precipitación diaria, 80 mm.

De entre los datos de precipitación del observatorio Yacyretá, correspondientes a los años 1969 y 1979, se ha tomado como año base, el período comprendido entre el mes de octubre de 1977 y abril de 1978, que corresponde a la probabilidad de cada cinco años, en el aspecto de días continuos sin lluvia, dentro del período que afecta al ciclo de cultivo de diseño, y se realizan cálculos por cada cinco días. De acuerdo a esto, se originó el máximo requerimiento neto de agua entre los días 20 y 25 de diciembre de 1977 y que en gasto de lámina de agua equivale a 13,3 mm/día. En esa ocasión, basando en estudio de gasto de lámina de agua realizado, se tomó como valor de la percolación, los 3 mm/día, para todas las etapas.

En cuanto a la eficiencia de riego, se adoptó 80% como la eficiencia de la parcela, 80% la eficiencia en el manejo y 90% en la eficiencia de conducción, lo que da una eficiencia total de 57,6%. El requerimiento bruto unitario de agua será de 15,1 mm/día en gasto de lámina, es decir  $0,0026 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{Ha}$ .

### 5-3-2 Superficie a irrigar

Para determinar la superficie a ser irrigada se estudió el caudal de agua para riego disponible en el área de proyecto. Como agua de riego puede ser aprovechada el agua que afluye de las cuencas serranas y, el agua de uso repetido existente en el área, además del caudal aprovechable de  $108 \text{ m}^3/\text{seg}$  que será tomada de la Represa de Yacyretá. De acuerdo a los resultados de las mediciones y el caudal de escurrimiento básico registrado en topografía

similar, el caudal que afluirá de las cuencas serranas es de  $1,0 \text{ m}^3/\text{seg}/100 \text{ km}^2$ ; por tanto será posible obtener  $7,3 \text{ m}^3/\text{seg}$  de agua para riego, de las cuencas del lomo del área del proyecto que tiene  $763 \text{ km}^2$ .

En cuanto al agua de uso repetido, de  $2,6 \text{ l/seg/Ha}$  que es el caudal bruto de requerimiento restando el volumen que se pierde por evapotranspiración es el volumen de percolación. Parte de este volumen es el que será aprovechado como agua para riego de uso repetido, en los arrozales del curso inferior. En el plan se considerará el 30% como proporción aprovechable en el uso repetido, con un caudal aprovechable de  $19,3 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

La suma de todos estos caudales es  $134,9 \text{ m}^3/\text{seg}$  que es el caudal aprovechable total, pero no todos tienen alta energía potencial y en parte habrá necesidad de realizar el riego con bombeo. Por eso el plan más económico no consiste precisamente en usar todo el volumen de agua aprovechable, sino que se puede realizar la combinación del riego por gravedad con el riego con bomba de baja carga.

Considerando lo mencionado, se han considerado las siguientes tres alternativas, para realizar las comparaciones del aspecto económico de las mismas.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Superficie total a explotar	107.360 Ha	107.360 Ha	107.360 Ha
Superficie de arrozales	52.000 Ha	53.760 Ha	69.200 Ha
Superficie a irrigar por bombeo, entre la superficie de arrozales	0 Ha	13.180 Ha	24.240 Ha
Método de riego	Por gravedad	Por gravedad Por bombeo de baja elevación Por bombeo de alta elevación	Por gravedad Por bombeo de baja elevación Por bombeo de alta elevación
Caudal total de agua a utilizar	$101,4 \text{ m}^3/\text{seg}$	$104,8 \text{ m}^3/\text{seg}$	$134,9 \text{ m}^3/\text{seg}$

Se realizaron los cálculos estimativos del costo de proyecto de cada una de las alternativas para obtener la rentabilidad bajo cierta hipótesis y empleando los costos financieros se ha calculado la Tasa Interna de Retorno, cuyos resultados son:

Alternativa 1	8,5%
Alternativa 2	10,1%
Alternativa 3	9,6%

Se ha aclarado mediante esto que la alternativa 2 que consiste en desarrollar como arrozales la parte que queda al Este del canal de drenaje principal que pasará por el centro y en parte realizar el riego por bombeo, con bomba de baja carga, presenta el mejor rendimiento económico.

Estos resultados indican que en la explotación de arroz, si los establecimientos se esparcen, la extensión de los caminos y canales se prolongarán, con respecto a la superficie a desarrollarse. También indican que el uso repetido de agua o el aprovechamiento de agua que fluye de las cuencas serranas aumenta la carga de bombeo y esto hace que se reduzcan los efectos económicos por requerir costo de construcción de instalaciones como la toma de agua. Igualmente se ha aclarado que la ampliación de la superficie de arrozales contribuye a elevar la Tasa Interna de Retorno.

Por otra parte, en el plan de drenaje, se ha introducido el plan de laguna de regulación. Consiguientemente se ha modificado una parte de la alternativa 2 para buscar la superficie que sustituya a la que será ocupada por la laguna de regulación, en la cuenca del Río Yabebyry. Atendiendo los resultados de estudios de cada una de las alternativas, se ha determinado una superficie a ser desarrollada como arrozal, en la que sea aprovechada al grado máximo el agua que se toma de la Represa de Yacyretá, sin que haya necesidad de incluir bombas de alta carga sin instalaciones de toma de agua. Como resultado, se determinó que el caudal total aprovechable será  $107,8 \text{ m}^3/\text{seg}$ , con una superficie de 55.300 Ha que será habilitada como arrozal y 41,475 Ha de superficie a ser regada.

### 5-3-3 Lineamiento para diseñar las instalaciones de riego

Las instalaciones fundamentales del presente plan son: Canal de riego fundamental y canales de riego principales. Las instalaciones conexas son los puentes sobre canales, derivadoras, instalación de regulación de nivel, vertederos, las instalaciones de bombeo, etc. En cuanto a la toma de agua,

la misma será construida en la obra de construcción de las Represa de Yacyretá, de acuerdo al Tratado de Yacyretá firmado entre el Paraguay y la Argentina.

(1) Canales de riego

Los canales de riego son instalaciones fundamentales en el plan de instalaciones de riego y comprenden, el canal troncal y los principales. Los canales de riego laterales serán tratados en el plan de desarrollo de tierras agrícolas.

Al establecer el plan de canales de riego, serán consideradas las siguientes condiciones básicas.

- ① El riego será destinado a los arrozales, por tanto se hará durante las 24 horas del día.
- ② Como requerimiento bruto de agua de diseño se tomará el caudal pico de  $0,0026 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{Ha}$  que se ha obtenido en las especificaciones de diseño, y el requerimiento de agua obtenido para cada bloque será conducido uno a uno, a partir del bloque más bajo, para determinar la cantidad de conducción de diseño por las secciones.
- ③ El canal será de tierra por resultar más económico, y la mayoría de los canales troncales tendrán la protección de talud (se tiene planeado revestir con piedra).
- ④ La velocidad de corriente máxima admisible varía según el tipo de suelo. Pero en este plan se tomará  $0,6 \text{ m}/\text{seg}$  basando en el supuesto de que el suelo fuese limo - arenoso. La velocidad de corriente mínima admisible es importante para evitar la decantación de arenas y el desarrollo de organismos vivos acuáticos. Pero como el área del proyecto tiene una topografía sumamente plana, resulta difícil obtener alta velocidad de flujo de agua. Por tanto, no será predeterminada la velocidad de corriente mínima permisible y esto se logrará mediante el manejo.
- ⑤ Para el cálculo de la velocidad y el caudal de agua, se usará la fórmula de Manning, tomando  $0,025$  como coeficiente de rugosidad.
- ⑥ La pendiente de talud del canal será de  $1:2$ , en base al supuesto de que el suelo fuese limo - arenoso.

- ⑦ El canal se construirá de tal forma que su fondo coincida con el nivel de la superficie, construyendo en sus bordes, diques de tierra. Por eso la profundidad de agua de diseño será menos de 2,0 m y la fluctuación del volumen de conducción será regulada por el ancho del canal.
- ⑧ Como margen de seguridad se tomará 1,0~1,3 m de altura hasta la línea de cresta, basando en experiencia en casos similares, al igual que la norma adoptada en el Japón.

El diagrama del sistema del canales, y los bloques de riego se indican en la Fig. 5-2 y Fig. 5-3 respectivamente.

## (2) Puentes sobre canales (Alcantarillas de drenaje)

Para las estructuras que serán construidas en los puntos en los cuales los canales de riego troncal y principales se cruzan con el canal de drenaje principal, puede ser considerado. Los métodos de puente sobre canal abierto, paso por sifón por debajo del canal de drenaje y el del canal cerrado de drenaje, haciendo pasar sobre el mismo, el canal de riego. En este plan, se adoptará el método de canal de drenaje cerrado que resulta ser el más económico y una reducida pérdida en el canal.

## (3) Instalaciones de bombeo

El plan de instalaciones de bombeo debe ser establecido en base al caudal de agua y la carga máxima requerida para el plan de uso de agua, y al mismo tiempo, atendiendo suficientemente sus relaciones con el sistema de conducción de agua, fluctuación del caudal, condiciones de manejo, método de control y otros aspectos.

### 1) Número de bombas

Para hacer frente a la fluctuación del caudal que debe ser bombeado y prevenir contra el riesgo de averías serán instaladas varias bombas. Dos para el caudal de diseño de menos de  $10 \text{ m}^3/\text{seg}$  y tres para  $10 \text{ m}^3/\text{seg}$  o más.

### 2) Tipo de bomba

Será bomba de flujo mixto con eje vertical que permite regular el caudal y es de fácil manejo.

### 3) Fuerza motriz

Como fuente de fuerza motriz se usará el motor eléctrico, ya que será posible obtener la energía eléctrica en forma estable y a bajo costo, mediante el aprovechamiento de la electricidad que será generada por la Represa de Yacyretá.

### 4) Edificios

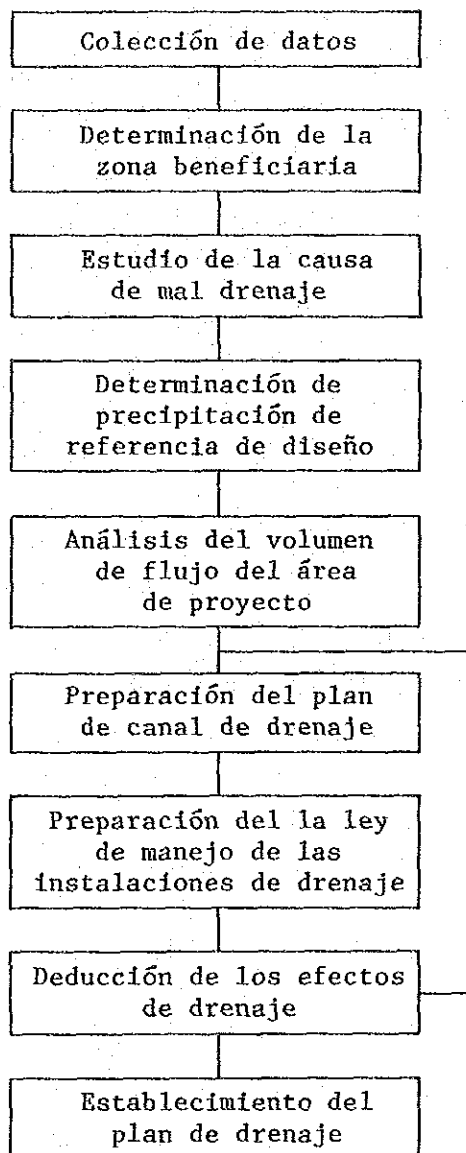
Debido a que serán instaladas bombas de flujo mixto con eje vertical, el edificio será con dos niveles de piso, incorporando la cámara de aspiración dentro del edificio y de ahí realizar la elevación por aspiración.



#### 5-4 Plan de drenaje

##### 5-4-1 Método de planeamiento

###### Procedimiento de planeamiento del drenaje



La técnica general para establecer un plan de drenaje es tal como se indica en el diagrama arriba mencionado y consiste en determinar la precipitación de diseño en base a los datos de precipitación de diseño, analizar el volumen de flujo de la zona posterior del área de proyecto, y a partir de ésto, determinar la sección del canal de drenaje.

Hay varios métodos para analizar el caudal de flujo. En este plan de drenaje, debido a que es corto el período de observación de los datos hidrológicos y meteorológicos que constituyen la base del análisis del

caudal, se utilizará el método de curvas características, o sea el método de análisis matemático, que puede aplicarse en un caso como éste.

La determinación de la sección del canal de drenaje se hace considerando la profundidad y la hora admisible de estancamiento de agua para la tierra agrícola, de tal manera a evitar un estancamiento que exceda esas condiciones. En este plan de drenaje, se introduce el plan de laguna de regulación de inundación y la sección del canal de drenaje está en función de la superficie de esa laguna de regulación. Por eso la sección del canal no puede ser determinada uniformemente. Consiguientemente, el sistema de drenaje se estudiará por el método de simulación matemática, para analizar sistemáticamente la totalidad de la red de canales de drenaje. Es decir, este método consiste en construir con la computadora una red de drenaje en forma de modelo matemático y dando determinadas condiciones, hacer la simulación por unidad de tiempo, para determinar en qué forma fluye el agua de la precipitación, qué estado presentan los cauces de drenaje y en qué parte del área de proyecto ocurre el estancamiento de agua. Basándose en los resultados de esa simulación y considerando la superficie total de la laguna de regulación de inundación y la escala de las instalaciones, se establecerá el plan de drenaje.

Por otra parte, en cuanto al drenaje mecánico y la construcción de esclusas de drenaje, éstos no son necesarios, a juzgar por el nivel de agua del Río Paraná y nivel de agua exterior. Por tanto, el área de proyecto será cubierta totalmente por el drenaje natural.

#### 5-4-2 Especificaciones de diseño

##### (1) Precipitación de diseño

Para determinar si existe correlación entre los tres puntos situados en torno al área de proyecto que son Encarnación, San Juan Bautista y la Isla Yacyretá, en donde se tienen registros de datos de precipitación de largos períodos, fueron realizado estudios de esos datos meteorológicos.

Como resultado de este estudio, se determinó que existe una alta correlación entre los tres puntos, lo que demuestra que la distribución de la precipitación en la región es bastante uniforme. Se hicieron seccionamientos por el método de Tiessen sobre cada punto de observación para conocer la superficie que domina cada uno de los observatorios.

Como consecuencia, se ha aclarado que la mayor parte del área del proyecto está comprendida en la superficie dominada por el observatorio de la Isla Yacyretá y que como datos de precipitación a emplearse en el plan de drenaje, deben ser los que corresponde a dicho observatorio.

Basándose en esos datos y aplicando una probabilidad de uno cada cinco años, las precipitaciones correspondientes al año base se han fijado como sigue.

Precipitación diaria	143,1 mm/día
Precipitación continua de dos días	165,9 mm/2 días
Precipitación continua de tres días	185,0 mm/3 días

En este plan que pretende introducir la laguna de regulación de la inundación, se tomará la precipitación continua de tres días como la correspondiente al año base.

#### (2) Patrón de caídas de lluvias

En base a los patrones de precipitación del pasado, la distribución diaria de caídas de lluvias, del primero al tercer día, se establecerá como sigue. En el primer día, diferencia entre la precipitación de dos días consecutivos y la precipitación diaria, 22,9 mm/día; en el segundo día 143,0 mm/día y en el tercer día, la diferencia entre la precipitación de tres días consecutivos y la de dos días consecutivos.

En cuanto a la distribución horaria, se tomará el mismo patrón del primero al tercer día, es decir que la precipitación representa una curva de distribución normal, y en esta distribución, será aplicada la fórmula de distribución de Sherman.

#### (3) Nivel de agua de exterior de diseño

El nivel del agua de río al cual afluyen los cauces de drenaje y los canales de drenaje principales del área del proyecto ejercen gran influencia sobre la situación de drenaje del área, y se hace necesario determinar el nivel de agua en las confluencias de dichos cauces.

En el Río Paraná, al que se evacúa el agua del área del proyecto, se tiene planeado construir la Represa de Yacyretá y la de Itá Ybaté. El nivel de agua de diseño de este río en esos lugares ha sido determinado ya por parte de las represas. Además, como se tiene planeado utilizar el agua proveniente de la Represa de Yacyretá para riego en el área del proyecto, es

conveniente establecer el plan de drenaje, suponiendo las condiciones que han de ofrecer una vez concluida la obra de la represa.

Basándose en las especificaciones de diseño de las represas mencionadas, fueron determinados los niveles de agua de diseño, correspondiente a la probabilidad de ocurrencia de cada cinco años, en el área del proyecto para cada punto de confluencia del Río Paraná con los cauces y canales principales de drenaje, como se indican a continuación.

Confluencia con el Río Yabebyry	cota 58,9 m
Confluencia con el Arroyo Atinguy	cota 63,9 m
Confluencia con el canal de drenaje principal N <sup>o</sup> 1	cota 65,0 m
Confluencia con el canal de drenaje principal N <sup>o</sup> 10	cota 61,0 m
Confluencia con el canal de drenaje principal N <sup>o</sup> 13	cota 60,1 m

#### 5-4-3 Modelo de análisis de flujo

##### (1) Precipitación efectiva

Parte del agua de lluvia que cae, en la primera etapa es acumulada en la superficie terrestre, sin que fluya hacia los cauces en corto tiempo. Pero como es limitada la capacidad de retención del agua de lluvia, en el área del proyecto, la cantidad de agua que fluye directamente va aumentando. Como esta relación se deja influir por muchas condiciones, es difícil expresarla cuantitativamente. Pero en la práctica se indica como relación entre la precipitación acumulada y la pérdida de precipitación acumulada. La relación entre la precipitación acumulada  $\Sigma R$ , la pérdida de precipitación acumulada  $\Sigma R_L$ , y el caudal de flujo directo o la precipitación efectiva  $R_e$ , se define por la siguiente fórmula.

$$\Sigma R_e = \Sigma R - \Sigma R_L$$

Es decir, una vez obtenida la relación entre la pérdida de lluvia acumulada y la precipitación acumulada, es determinada la precipitación efectiva.

La precipitación efectiva de las lomadas de la zona posterior, puede ser calculada de la siguiente manera, en base a los resultados de la observación.

$$\Sigma R_L = \Sigma R (1,0 - 0,000749 \Sigma R)$$

Pero, si  $\Sigma R > 666$  mm, se tendrá  $\Sigma R_L = 333$ , siendo constante el valor. Esto es una cantidad grande como pérdida de precipitación y se puede considerar que es debido a que en esa zona, la topografía es suave, sin el desarrollo de grandes depresiones en toda su extensión. Como pérdida de la zona del lomo y del campo se tomará ese valor porque si esa cantidad fuese un poco más grande, los cauces de drenaje se hubieran desarrollado más en sus configuraciones, además todos los resultados de las diez observaciones realizadas indican la misma tendencia. En cuanto al arrozal y tierras de cultivos secanos, la relación entre la pérdida de precipitación  $\Sigma R_L$  y la cantidad de lluvia acumulada  $\Sigma R$  se establecerá como sigue, en base a los ejemplos del Japón, ya que en no se disponen de informaciones en el país.

$$\text{Arrozal } \Sigma R_L = \Sigma R (1,0 - 0,00833\Sigma R)$$

Pero, si  $R > 60$  mm,  $\Sigma R_L$  será constante, 30 mm

Tierra para cultivo seco

$$\Sigma R_L = \Sigma R (1,0 - 0,00333\Sigma R)$$

Pero, si  $\Sigma R > 150$  mm,  $\Sigma R_L$  será constante, 70 mm

## (2) Procedimiento de análisis por el método de curva característica

Véase el Capítulo 3 "Plan de drenaje" del Anexo III: equipamiento de infraestructuras.

## (3) Sistema de drenaje

Como lugar de realización del análisis de caudal de flujo se seleccionará el punto que fluye de la zona del lomo al área del proyecto, teniendo en consideración la cuenca, desde el punto de vista topográfico. Esta cuenca a su vez será dividida en 30 pequeños bloques en el mapa topográfico de la escala 1/50.000, atendiendo la superficie de la cuenca, longitud y pendiente de la ladera, extensión y pendiente del cauce, para conformar los modelos de los bloques y sistematizar la topografía combinando las pendientes y los canales, y realizar el análisis.

Por otra parte, dentro del área del proyecto se establecerá un modelo de parcela de cultivo, en el cual el agua tomada del canal de agua terminal afluirá al canal de drenaje lateral con pendiente de 1/3.000 y se harán análisis para cada tipo de tierra como campo natural, tierra de cultivo seco y arrozal.

El sistema de drenaje en el área del proyecto, y los modelos de canales de drenaje se indican respectivamente en la Fig. 5-4 y 5-5.

#### (4) Sección del canal de drenaje

La sección de los canales de drenaje principales será de forma trapecial. Por otra parte, las cotas del nivel de fondo de los canales principales y de las parcelas serán determinadas en base al mapa topográfico de escala 1/50.000 y de los levantamientos topográficos de los tramos principales.

En cuanto a la magnitud de las secciones, se establecerán los siguientes cuatro casos de caudal unitario de drenaje.

Caso 1 Sección que tiene el caudal unitario de drenaje de 0,10  
 $\text{m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$

Caso 2 Sección que tiene el caudal unitario de drenaje de 0,15  
 $\text{m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$

Caso 3 Sección que tiene el caudal unitario de drenaje de 0,25  
 $\text{m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$

Caso 4 Sección que tiene el caudal unitario de drenaje de 0,50  
 $\text{m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$

#### (5) Rugosidad equivalente

La rugosidad equivalente corresponde al coeficiente de rugosidad en el caso de que pueda ser aplicada la fórmula de Manning por semejanza a la corriente uniforme, como ecuación del movimiento de agua de la precipitación que fluye en la superficie con pendiente o los cauces, y es un coeficiente que indica el grado de dificultad del flujo de agua de lluvia en la superficie con pendiente o los cauces. De acuerdo a los resultados de medición de caudales de agua realizados en el área del proyecto, se supone que los campos naturales tienen la rugosidad equivalente de  $N = 0,15$  para superficie con pendiente y  $N = 0,1$  para los cauces naturales. Pero en cuanto a arrozales y canales de drenaje, se establecerán:  $N = 1,0$  para arrozales y  $N = 0,05$  para canales de drenaje, en base a los ejemplos del Japón.

#### 5-4-4 Resultado de análisis

Como resultado de simulación, en base a las especificaciones de diseño y los modelos predeterminados, se han definido las situaciones de estancamiento de agua que ocurrirían en las cuadrículas de los modelos, para cada una de las cuatro secciones del canal de drenaje, a saber  $0,1 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ ,  $0,15 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ ,  $0,25 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$  y  $0,5 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ , las que se indican en las figuras 5-6 a 5-9.

En el caso de la sección que corresponde al caudal de drenaje de  $0,10 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ , en casi todas las cuadrículas ocurren estancamientos, tal como se indica en la Fig. 5-6, y hay cuadrículas que tienen una profundidad de estancamiento superior a 50 cm.

Como puede verse en las figuras 5-7 a 5-9, cuanto más grande sea la magnitud de la sección del canal de drenaje, menos es la profundidad de estancamiento y las cuadrículas de zonas de estancamiento tiende a disminuir. Pero en parte hay cuadrículas que no presentan ningún cambio, como las cuadrículas N<sup>o</sup> 96 y 127, del sistema del canal de drenaje principal N<sup>o</sup> 10, lo que indica que corresponde a zona mal drenado, como ser de topografía cóncava.

La relación entre la superficie con estancamiento de agua y la sección de drenes es como se indica en el Cuadro 5-6; y la relación entre la proporción de estancamiento y la sección de drenaje en los bloques, por los canales de drenajes principales se indica en el Cuadro 5-10. En el caso de la sección que corresponde al caudal de drenaje de  $0,10 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ , todos los sistemas de drenaje tienen una superficie estancada sumamente grande y una alta proporción de estancamiento. Sin embargo, en las secciones de  $0,15 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ ,  $0,25 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$  y  $0,5 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ , la magnitud de las secciones de los canales de drenaje está en proporción con el estancamiento. Es decir, en los casos de  $0,15 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{Ha}$ ,  $0,25 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$  y  $0,5 \text{ m}^3/\text{km}^2$ , el efecto de drenaje está en proporción al tamaño de la sección y por tanto, es conveniente que los canales de drenaje sean determinados con esas secciones.

El hecho de que la proporción de estancamiento del sistema de drenaje del Río Yabebyry sea extremadamente baja, es debido a que esta zona es utilizada como pradera, consecuentemente con la tasa de flujo baja.

Como se ha mencionado arriba, la misma sección de drenes origina diferentes efectos, según el bloque. Por consiguiente, al determinar la sección del canal de drenaje, es conveniente que ésta sean determinadas no en forma uniforme, sino de conformidad con las características del sistema de drenaje al que pertenece el bloque.

En el Cuadro 5-7 se indican para cada sistema de drenaje, las superficies con las condiciones de una profundidad estancamiento de más de 30 cm, en un tiempo de duración de 24 horas; tiempo éste que ejerce una gran influencia sobre los cultivos. Como consecuencia del análisis, suponiendo que las superficies estancadas de los bloques de los canales de drenaje principales N<sup>o</sup> 1 y N<sup>o</sup> 10, y del sistema del Arroyo Atinguy sean utilizados totalmente como laguna de regulación de inundación, y que la superficie de arrozales equivalente a esta se asegure mediante la modificación del plan de uso de tierras, del sistema de drenaje del Río Yabebyry, lo único que debe ser establecido de nuevo, es un sistema de canal de drenaje. Además, se tiene una superficie irrigable de unas 7.000 Ha con el riego por gravedad, y para utilizar esta superficie en la forma más eficiente, es más apropiada la sección que corresponde a un caudal unitario de drenaje de  $0,25 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ .

En cuanto a los bloques del sistema de canal de drenaje principal N<sup>o</sup> 13, debido a que topográficamente no hay zona apropiada que pueda ser utilizada como laguna de regulación, y que el plan de uso de tierras para estos bloques tiene como objeto producir principalmente cultivos secanos que no resiste al estancamiento de agua, se adoptará un caudal de drenaje unitario de  $0,50 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ , para eliminar casi totalmente el estancamiento de agua de más de 30 cm.

En cuanto al Río Yabebyry, se supone que el volumen de flujo aumentará si se aumenta la superficie de arrozales. Sin embargo, puede considerarse que la sección con el caudal de drenaje de  $0,15 \text{ m}^3/\text{seg}/\text{km}^2$ , será posible hacer evacuar el agua.

Basándose sobre los resultados de simulación con las secciones de drenaje mencionadas, y teniendo en cuenta las condiciones topográficas, se han determinado las lagunas de regulación como se indica en la Fig. 5-11.

## 5-5 Plan de desarrollo de tierras agrícolas

### 5-5-1 Lotes de parcelas

La topografía del área de proyecto es muy plana, con pendiente de menos de  $1/3.000$ , aunque en partes hay zonas con  $1/1.000$ . Además, en el caso del



arrozal se tiene planeado construir taipas de curvas de nivel dentro del lote agrícola. Por consiguiente, la pendiente topográfica no tiene influencia en la determinación de la magnitud de los lotes agrícolas.

Por otra parte, en el plan de riego se ha adoptado el método de riego de flujo continuo, y en este caso, si los lotes fuesen extremadamente largos en dirección del flujo de agua, la distribución del agua será desuniforme debido a la topografía muy plana, disminuyéndose la eficiencia del riego. Además, según los datos del Japón, el límite de longitud del canal de riego menor es 600 m. Por sobre este límite habrá distribución desuniforme del agua, obstaculizando la realización de una buena explotación agrícola.

En el plan de explotación agrícola se tiene planeado realizar la explotación mecanizada con grandes maquinarias. Por eso, cuanto más grande sea el lote, mejor será la eficiencia de las labores. Por otro lado, las escalas de explotación agrícola introducidas en el plan son múltiplos enteros de 25 Ha; a saber 25 Ha, 50 Ha, 150 Ha, y 200 Ha, a excepción de la explotación tipo IBR. Pero eso, el parcelamiento se hará en lotes de 25 Ha, de 500 m x 500 m.

#### 5-5-2 Instalaciones internas de la finca

El canal de riego lateral tendrá la función de tomar el agua desde el canal troncal o principal, a través de la derivadora y la evacúa al canal de riego menor que corre a ambos costados del camino lateral.

El canal de riego lateral requiere trabajo de manejo y control en forma más frecuente que el canal de drenaje lateral. Por tanto serán instalados a lo largo de los costados del camino lateral, para que resulte más económico, tratando de reducir los puntos de cruce.

El canal de riego menor será instalado en el lado del nivel más alto de la parcela y tendrá la función de conducir el agua que ha sido derivado del canal de riego lateral, al arrozal a través de abertura que se hace en la taipa que separa el canal de riego menor, del arrozal.

El canal de drenaje colector se instalará en el lado del nivel inferior de la parcela. El agua que sale de la parcela a través de la abertura que se hace en la taipa, pasa por el canal de drenaje menor y es evacuada hacia el canal de drenaje lateral.

El canal de drenaje lateral tendrá la función de conducir el agua que sale del canal colector, hacia el canal de drenaje principal. La separación entre los canales será de dos lotes, es decir cada 1 km. Será dispuesto de tal forma que se ubique entre los caminos de laboreo.

El camino para laboreo será ubicado en los tres costados del lote, a excepción del lado de canal de riego lateral, es decir que será sobre los costados del canal de riego menor, canal de drenaje colector y canal de drenaje lateral. El camino de laboreo se utiliza principalmente al realizar las labores agrícolas en las parcelas de cultivos, maniobra de grandes maquinarias agrícolas, playa de almacenamiento provisional de máquinas e insumos agrícolas. Este camino será ubicado a lo largo del canal de drenaje lateral y se usará también para el mantenimiento y control de dicho canal. Por otra parte, en el caso del camino de laboreo en el arrozal, hay que tener en cuenta los niveles de agua del canal y de la parcela adyacente.

Considerando esos aspectos, el camino de laboreo típico será construido de tierra, con un ancho de 6,0 m y altura de terraplén de 0,4 m. El material para terraplén de estos caminos se obtendrá a través de la excavación de canales de drenaje o mediante préstamo de tierra de las cercanías.

Las densidades de distribución de las instalaciones internas de la parcela serán como se indica a continuación.

Nombre de instalación	Cantidad km	Densidad m/Ha	Superficie beneficiaria Ha/	Superficie de terreno m /Ha
Camino lateral	39,0	9,3	602,1	107,0
Camino de cruce (dentro de la parcela)	13,5	3,2	2.107,5	36,8
Camino de laboreo (Canal de Taipa drenaje menor)	79,7	18,9	-	136,1
Camino de laboreo (Canal de drenaje lateral)	77,5	18,4	-	150,9
Canal de riego lateral	78,3	18,6	301,1	122,8
Canal de riego menor	83,4	19,8	25,1	29,7
Canal de drenaje lateral	40,2	9,5	562,0	82,7
Canal de drenaje menor	87,7	20,8	24,2	45,8
Taipa (Canal de riego lateral)	76,8	18,2	-	63,7
Taipa (Canal de riego menor)	82,9	19,7	-	43,3
Taipa (Canal de drenaje riego menor)	86,6	20,5	-	45,1
Total				863,9

### 5-5-3 Plan de caminos

En este plan, los caminos serán clasificados en troncal, principal, lateral y de control. El camino troncal es un camino importante que debe ser planeado dentro de un proyecto, al considerar el desarrollo regional del área y es un camino que debe ser construido, aunque no se realizase este proyecto. Es un camino vital que conecta el área del proyecto con las ciudades y pueblos de las adyacencias del área y al mismo tiempo es un camino importante para la producción, ya que sirve para el acarreo de insumos y extracción de los productos del área.

Las caminos laterales serán construidos junto a las parcelas y sirve también para la introducción de insumos agrícolas y la extracción de las cosechas. Deben ser planificados de acuerdo a los tipos de explotaciones agrícolas del área del proyecto.

El camino principal conecta el camino lateral con el troncal y será planificado de tal manera que sea utilizado principalmente para fines agrícolas, aunque cumpla también la función, en forma general, de desvío del camino troncal.

(1) Plan de trazados de caminos

El camino troncal pasará por la proximidad del borde del área de proyecto en forma de circunvalación. Además atravesará el centro de esa circunvalación en dirección norte-sur. El camino troncal, excepto el trazado que pasa por el norte, se establecerá reformando los caminos existentes, pero existen tramos que no necesitan ser reformados como el camino de acceso 1-B que une Santiago con Ayolas que ya se encuentra asfaltado.

En la Fig. 5-12 se indica el diagrama de disposición de diseño del camino troncal.

Los caminos principales cumplirán funciones de conectar el camino troncal con los laterales y los vehículos que circulan por estos caminos, principalmente están relacionadas a la explotación agrícola. Debido a que las instalaciones de agroindustrias y de acopio serán distribuidas en toda la extensión del área de proyecto, los caminos principales deben ser instalados en forma equilibrada en todo el área. Para este fin serán instalados, en principio, a lo largo del canal de drenaje troncal y principal.

El camino lateral es un camino que conecta el camino troncal o el principal con la parcela. Consecuentemente es necesario ubicar junto a la misma, y en este plan será ubicado a lo largo del canal de riego lateral.

(2) Plan de estructuras

El camino troncal tendrá un ancho de calzada de 10 m y un ancho total de 15 m, con altura de terraplén de 1 m debido al tráfico que tendrá. En principio se hará el enripiado.

El camino principal tendrá un ancho de calzada de 7 m y un ancho total de 10 m, con altura de terraplén de 1 m para permitir que los tractores de 70 - 120 Hp, con acoplados puedan cruzarse aún en período de intensas labores agrícolas, como la época de cosecha.

El camino lateral, en el cual al igual que el camino principal, los tractores deben cruzarse en la época de cosecha, tendrá un ancho de calzada de 6 m y un ancho total de 8 m, ya que el tráfico será poco, no habiendo

necesidad de considerar margen al costado. En cuanto al terraplén, será de 0,5 m, teniendo en cuenta el nivel de agua del canal de riego lateral. Además en el camino lateral no se hará la pavimentación, pero en los lugares con posibilidad de empantanamiento, se cubrirá de arena. En el punto de cruce del camino con el canal de riego, se construirá puente. El ancho del puente será variable dependiendo del camino; es decir 15 m para el camino troncal, 10 m para el camino principal y 8 m para el camino lateral. El tipo de puente será de viga u hormigón pretensado, con tramo de 20 m, atendiendo el aspecto económico y facilidad en el mantenimiento.

Por otro lado el peso del vehículo para el diseño del puente será de 20 toneladas para el caso de camino troncal y 14 tonelada para el camino principal.

#### 5-6 Plan de instalaciones

El plan de instalaciones, como los canales de riego y de drenaje, caminos y estructuras conexas a los canales que serán ejecutados dentro del plan de equipamiento de infraestructuras y que fueron mencionados en el punto 5-3-5, se indica en el cuadro siguiente.

Nombre	Estructura	Dimensión	Cantidad
Carreteras troncal	Enripiada	Ancho total 15 m Ancho efectivo 10 m Altura del terraplen 1 m Espesor de la sub-base de carretera (gravas) 25 cm Espesor superficial (asfalto) 5 cm	215,9 km
Carreteras principales	Enripiada	Ancho total 10 m Ancho efectivo 7 m Altura del terraplen 1 m Espesor de gravas 10 cm	292,1 km
Carreteras ramales y transversales	Tierra	Ancho total 8 m Ancho efectivo 6 m Altura del terraplen 0,5 m	1.254,4 km
Caminos para el control de granjas	Tierra	Ancho total 8 m Ancho efectivo 6 m Altura del terraplen 0,5 m	98,8 km
Canales básicos de riego	Canales sin revestimiento	Ancho del fondo 5 ~ 120 m Profundidad de agua 1,19 ~ 1,99 m	66,48 km
Canales principales de riego	Canales sin revestimiento	Ancho del fondo 5 ~ 35 m Profundidad de agua 1,19 ~ 1,76 m	80,47 km
Canales ramales de riego	Canales sin revestimiento	Ancho del fondo 6,0 m Profundidad de agua 0,5 m Caudal conducido 0,79 m <sup>3</sup> /sec	1.128,1 km
Canales principales de drenaje	Canales sin revestimiento	Ancho del fondo 7 ~ 45 m Profundidad de agua 1,1 ~ 5,2 m	220,28 km
Canales ramales de drenaje	Canales sin revestimiento	Ancho del fondo 6,0 m Profundidad de agua 0,9 m Caudal conducido 2,77 m <sup>3</sup> /sec	953,3 km
Arroyo Atinguy		Ancho del fondo 24 ~ 60 m Profundidad de agua 3 ~ 4,6 m	33,0 km
Río Yabebyry		Ancho del fondo 45 ~ 80 m Profundidad de agua 3 m	29,4 km
Puente para carretera	Puente de PC	Ancho de las carreteras: ( 8 m × (20 ~ 140 m: de luz) (10 m × (20 ~ 120 m: de luz) (15 m × (20 ~ 130 m: de luz)	55 23 18
Puente para canal	Hormigón armado	Ancho del fondo del canal de drenaje (7 ~ 25 m) × ancho del canal de riego (5 ~ 110 m)	6
Estructura de desagüe	Puerta de acero	Volumen de desagüe 3,98 m <sup>3</sup> /seg ~ 29,9 m <sup>3</sup> /seg	7
Estructura de la toma de agua	Puerta corredera de madera (estructura transversal para el canal ramal de riego)	Puerta: 2,25 × 1,70 m Ancho de las carreteras 8 m 2,25 × 1,70 m Ancho de las carreteras 10 m 2,25 × 1,70 m Ancho de las carreteras 15 m	68 81 120
	Puerta de rodillo de acero (estructura transversal para el canal principal de riego)	Puerta: 2,25 × 5,0 × 2 (series) Ancho de las carreteras 8 m 2,25 × 5,0 × 2 (series) Ancho de las carreteras 10 m 2,25 × 5,0 × 2 (series) Ancho de las carreteras 15 m	1 3
Puerta de revisión	Tipo invertible	Dimensión mediana 20 ~ 110 m	4
		Dimensión mediana 5 m	1
Rebosadero	Hormigón armado + puente de PC	Q = 1,52 m <sup>3</sup> /sec ~ 13,92 m <sup>3</sup> /sec	7
Estructura transversal para el canal ramal de drenaje	Hormigón armado	Ancho de las carreteras 8 m Ancho de las carreteras 10 m Ancho de las carreteras 15 m	26 88 76
Estación de bombas aspirantes	Hormigón armado + armazón de hierro (pabellón)	Q = 100 m <sup>3</sup> /min × 2 H = 2,5 m	1
		120 m <sup>3</sup> /min × 2 H = 2,5 m	1
		360 m <sup>3</sup> /min × 3 H = 2,5 m	1

## 5-7 Instalaciones de procesamiento de productos agrícolas

El proyecto tiene como objetivo producir los rubros comerciales destinados principalmente a la exportación, y como la explotación agrícola se realizará principalmente en grandes escalas; el plan de instalaciones de procesamiento de productos agrícolas debe ser establecido como parte integrante del desarrollo agrícola.

En el Cuadro 5-5 se indican los tipos y rendimientos de los cultivos principales que se producirán en el área del proyecto. En lo que se refiere al arroz, entre esos cultivos, algunos productores tienen sus propias instalaciones de procesamiento dentro del área del proyecto. Sin embargo éstas son de reducidas escalas, no pudiendo ser utilizadas en el proyecto. Consecuentemente, al igual que los demás productos que no tienen las instalaciones de procesamiento dentro del área del proyecto o en sus adyacencias debe ser planificada la construcción de nuevas instalaciones.

### 5-7-1 Instalaciones de procesamiento del arroz

El procesamiento del arroz después de la cosecha consiste en el secado, almacenamiento y elaboración del arroz pulido. De estos, el almacenamiento puede efectuarse juntos con el secado o el molino.

El método de procesamiento individual consiste en realizar a nivel de la misma explotación agrícola todas las etapas de procesamiento, el método de satélites, en el cual se tienen varias instalaciones de secado con respecto a una instalación de molino, y el método de procesamiento centralizado en que las instalaciones de molino se ubican haciendo concordar con las instalaciones de secado. En este proyecto se pretende realizar la exportación, por lo que se adoptará el método de satélites, teniendo en cuenta la necesidad de controlar la calidad, reducción del costo de procesamiento, prevención del aumento de costo de equipamiento de las infraestructuras conexas, etc.

El número de días de operación durante el año y la hora de operación diaria de las instalaciones de procesamiento serán como sigue:

Instalación de recepción de productos		
50 días/año		12 horas/día
Instalación de secado		
50 días/año		24 horas/día
Instalación de molino		
365 días/año		24 horas/día

La capacidad de cada instalación que se requiere para procesar todo el volumen de producción, en base a las cifras anteriores será como sigue:

Instalación de recepción de productos		
4.977 Tn/día		415 Tn/hora
Instalación de secado		
4.977 Tn/día		207 Tn/hora
Instalación de molino		
852 Tn/día		35,5 Tn/hora

Se considera generalmente que la capacidad máxima de la instalación de secado es de 500 - 600 Tn/día. En este proyecto serán establecidos en nueve lugares, instalaciones de secado de la escala de 600 Tn/día. Por otra parte serán instalados silos con capacidad para 20,000 toneladas, acompañando a cada instalación de secado. En cuanto a la instalación de molino, normalmente tiene capacidad de procesamiento de 5 Tn/hora cada una, e instalando en series permitirán llegar a la capacidad de 35,5 Tn/hora, y para reducir la inversión en instalaciones, será creado en Ayolas un centro de procesamiento de arroz.

#### 5-7-2 Instalaciones de procesamiento de soja y trigo

La soja y el trigo utilizan las mismas instalaciones de secado y almacenamiento, por eso este plan debe ser establecido de acuerdo al cultivo que presente el mayor volumen que debe ser procesado diariamente.

La soja que se introduce como cultivo de rotación con el arroz con riego difiere de la que será producida en el sistema de rotación soja - trigo, en la época y ciclo del cultivo. Por eso este plan debe ser establecido considerando al sistema que requiere el volumen de procesamiento diario más grande. La capacidad diaria de procesamiento de la soja en el sistema de rotación arroz - soja será de 922 Tn/día. La capacidad diaria que se requerirá para procesar la soja que será producido en el sistema soja - trigo, conjuntamente con el sistema cebolla - papa, en la misma



explotación, será de 1,218 Tn/día, mientras que la necesaria para la parte de trigo será de 1,040 Tn/día y la escala de las instalaciones debe ser determinada en base a la capacidad diaria de procesamiento 1,218 Tn/día, necesaria para los treinta días que va desde el principio de marzo a principios de abril que coinciden con la época de cosecha de la soja que será producida por el sistema de soja - trigo, con el de cebolla - papa.

Como consecuencia de esto, la capacidad de procesamiento de cada instalación será como sigue.

Instalación de recepción de productos	1.462 Tn/día	122 Tn/hora
Instalación de secado	1.462 Tn/día	61 Tn/hora

Y la cantidad necesaria de almacenamiento será de 43,400 toneladas.

En el Paraguay, las instalaciones de almacenamiento de la soja tienen en general capacidad de 3.000 a 5.000 toneladas. Para reducir la distancia de acarreo desde la parcela, es deseable que se instalen silos con esta capacidad, en forma bien dispersa. En este plan se instalarán 9 silos con capacidad de 5.000 toneladas, en otros tantos lugares, siendo su volumen de recepción de productos y capacidad de instalación de secado, de 14 Tn/día y 7 Tn/día respectivamente.

#### 5-7-3 Instalación de frigorífico

En la actualidad, el Paraguay importa gran cantidad de cebolla y papa desde la Argentina. El factor más gravitante que está impidiendo el aumento de la producción nacional es que en el país no se cuentan con instalaciones de almacenamiento en frío durante largo período, siendo necesario importar estos productos en la época de escasez. Por eso se planificará la construcción de instalaciones de frigoríficos con capacidad de 3.000 Tn para la cebolla y de 6.000 toneladas para la papa.

#### 5-7-4 Centro de procesamiento de leche

Será plane una planta que pueda procesar toda la leche que se producirá en el área de proyecto, por el método de pasteurización instantánea con alta temperatura. Su capacidad de procesamiento será de 15 Tn/día y será embotellada.

### 5-7-5 Ejecución del plan

Como se tiene planeado producir el arroz en el área de proyecto en volumen muy superior al que se registra en la actualidad, las instalaciones de procesamiento de arroz deben ser construidas y manejadas directamente por el sector público. En cuanto a las demás instalaciones, se utilizará la capacidad que tienen las firmas privadas ya que en la actualidad las mismas están construyendo y manejando tales instalaciones.

En lo que se refiere a los frigoríficos y el centro de procesamiento de la leche, se propone que las mismas sean construídas y manejadas por las cooperativas agrícolas.

El costo de construcción de las instalaciones de procesamiento de arroz es como sigue:

#### (1) Maquinarias

##### 1) Instalación de secado

$$612.000 \text{ miles de Gs} \times 9 = 5.508.000 \text{ miles de Gs}$$

##### 2) Silo

$$564.000 \text{ miles de Gs} \times 9 = 5.076.000 \text{ miles de Gs}$$

##### 3) Instalación de molino

$$1 = 1.015.000 \text{ miles de Gs}$$

#### (2) Construcciones

##### 1) Instalación de secado

$$40 \text{ mil Gs/m}^2 \times 3.000 \text{ m}^2 \times 9 = 1.080.000 \text{ miles de Gs}$$

##### 2) Instalación de molino

$$40 \text{ mil Gs/m}^2 \times 6.000 \text{ m}^2 = 240.000 \text{ miles de Gs}$$

#### (3) Costo de instalación de maquinarias

Será considerado el 20% del valor de maquinarias (Excepto silo)

$$(5.508.000 + 1.015.000) \times 0,2 = 1.305.000 \text{ miles de Gs}$$

#### (4) Costo de transporte

Un juego completo = 660.000 miles de Gs

#### (5) Seguro

Será considerado el 1,1% del valor de los maquinarias.

$$(5.508.000 + 1.015.000) \times 0,011 = 72.000 \text{ miles de Gs}$$

#### (6) Total

14.956.000 miles de Gs

## 5-8 Preservación del medio ambiente

### 5-8-1 Ley Forestal

En el Paraguay, los recursos forestales siguen disminuyendo rápidamente en los últimos años, llegando a constituirse en una preocupación desde el punto de vista de protección de cuencas hidrográficas y preservación de los recursos forestales. Debido a esta situación, en el año 1973 se estableció la Ley Forestal. En esta ley, los aspectos relacionados con el desarrollo agrícola es determinada en esencia, de la siguiente manera.

- 1) Prohibir la explotación de bosques que pueda provocar su desolación (Art. 23).
- 2) Se prohíbe el uso del fuego en los bosques, ya que el Servicio Forestal Nacional puede reconocer la habilitación de áreas agrícolas nuevas, fuera de la zona y período determinados para el mismo. (Art. 30)
- 3) Queda prohibido el uso de bosques como la tala, deterioro o destrucción de arboles y arbustos en los alrededores de las nacientes de los cauces.
- 4) Los propietarios que tienen una superficie mayor a 20 Ha en la zona establecida como área forestal deberán mantener un 25% de la superficie de los bosques como zona de reserva forestal. En caso de que no pueda asegurar esa proporción mínima, el propietario deberá reforestar una superficie equivalente al 5% de la superficie. (Art. 42).

### 5-8-2 Bosques existentes actualmente

La división, como el estado de distribución de los bosques en el área del proyecto es como sigue.

Clasificación	Superficie	Observaciones
Bosques en las lomadas del sector norte	2,345 Ha	
Bosques de pequeñas extensiones	3,475	
Bosques de aspecto de galería en las riberas de los principales cauces	1,455	Bosques a lo largo del arroyo Atinguy y Río Yabebyry
(Bosque en la presa natural a lo largo del Río Parana)	(3,000)	Fuera del area del proyecto (Están juntos al límite sur de la región.)
Total	7,275	

### 5-8-3 Preservación de bosques

En el proyecto, se tiene planeado conservar en lo posible los bosques existentes. Algunos de estos bosques llegan a afectar la habilitación de tierras agrícolas de gran escala y la eficiencia de las explotaciones agrícolas, como también a la realización del mejoramiento de drenaje y efectos del riego.

Por eso, en este proyecto, para tratar a los bosques como parte integrante del desarrollo agrícola, se tomará como zona forestal, a una determinada extensión de tierras, incluyendo los bosques existentes, basándose sobre los siguientes conceptos: Esta zona forestal no será destinada al uso agrícola sino que será utilizada para preservación del medio ambiente, y para la protección de las tierras agrícolas del área del proyecto.

- 1) En cuanto a los bosques distribuidos en las lomadas del norte, casi todos serán conservados como área forestal ya que este sector está situado en el límite entre las lomadas y tierras pantanosas, cumpliendo importante función de evitar el arrastre de tierras de las mesetas incluyendo las áreas desarrolladas que se encuentran fuera del área del proyecto.
- 2) Los bosques de aspecto de islas son necesarios para el refugio de los ganados. Por lo tanto serán conservados, aquellos que tengan en un bloque, una superficie de más de 20 Ha. Además, en el caso de que los bosques de pequeñas extensiones se encuentren en forma agrupada, tal como se observa en la parte central-sur del área del proyecto, se establecerá una zona forestal reuniendo los bosques pequeños, juntos

con los campos naturales de sus adyacencias, cuidando el aspecto del efecto de riego y la eficiencia de la explotación agrícola. En este caso se elegirá la zona forestal que en un lugar llegue a tener superficie de más de 50 Ha y la proporción de los bosques existentes llegue a representar más del 50% de esa superficie.

- 3) Los bosques distribuidos a lo largo de los Ríos Yabebyry y el Arroyo Atinguy serán conservados, desde el punto de vista de la preservación de las riberas de los mismos y de las nacientes de agua. Como área forestal se establecerá un sector que se encuentra a 500 m para cada lado del cauce, incluyendo los bosques existentes.

La superficie total que se establecerá en base a los conceptos mencionados tiene una extensión de 18.100 Ha, que representa el 12% del área de proyecto.

#### 5-8-4 Método de reforestación

La superficie que se ha establecido como zona forestal es más del doble de los bosques existentes. El método de reforestación para los bosques restantes se basará en la renovación natural que es apropiada para las especies existentes. La razón por la cual se adopta este método es que estos bosques tienen la función de protección para la conservación de tierras agrícolas y de las instalaciones de riego y drenaje (Incluyendo los cauces naturales), fuente de agua y de refugio para los ganados, no siendo importante el aspecto económico como bosque. Por eso es más apropiada la renovación natural que requieren pocas inversiones. Sin embargo, en las zonas establecidas como forestales pero que no cuentan con bosques naturales, no será posible la renovación natural, por lo que debe ser realizada la reforestación.

Como áreas de reforestación pueden ser consideradas las adyacencias de los bosques de pequeñas extensiones. Los bosques pequeños serán repoblados, junto con los campos naturales de sus alrededores, porque los mismos serán utilizados como refugio de los ganados. Por otra parte en el área de proyecto se supone que se podrá realizar un manejo forestal relativamente provechosa porque los caminos de control servirán para el manejo de los bosques, no habiendo necesidad además necesidad de realizar trabajo de destronque o preparación de tierras para la reforestación.

A diferencia de la renovación natural, la reforestación requiere una inversión directa, por tanto debe originar de por sí mismo, efectos

económicos. Para este fin se preparó un modelo típico de explotación para el pino Elliottii y se hicieron cálculos aproximados de los costos de reforestación, corte, extracción de maderas, volumen de producción etc., para obtener la Tasa Interna de Retorno de la explotación con reforestación. Como resultado de este análisis financiero, se ha aclarado que la explotación será bastante realizable, con Tasa Interna de Retorno de 15,4%.

#### 5-8-5 Protección de la fauna silvestra

En el área del proyecto, no existen animales silvestres que deben protegerse, pero, en las zonas a ser inundadas por el agua de la obra de la Represa (unas 82.000 Ha incluyendo la mayor parte de la Isla de Yacyretá, toda la parte de la Isla de Talavera y otras islas), existen animales silvestres preciosos como el Guazu, que viven en zonas pantanosas. Para proteger estos animales, la Entidad Binacional Yacyretá tiene el proyecto de capturarlos y trasladarlos a otros lugares.

Se estudió con los encargados de la Entidad sobre la posibilidad de realización de este plan de traslado. Como resultado de este estudio, puede considerarse que el área del proyecto no es adecuada para la relocalización de esos animales, debido a que con el desarrollo agrícola, se harán el mejoramiento del drenaje, arreglo de la red de caminos, paso de maquinarias agrícolas de gran tamaño, control de enfermedad y plaga, etc. Por consiguiente, se recomienda elegir un lugar adecuado fuera del área del proyecto.

#### 5-9 Utilización de la tierra

##### 5-9-1 Técnica de planificación

Puesto que el área del proyecto está formada principalmente de tierra no utilizada y de tierra utilizada en bajo nivel, se deben construir nuevas parcelas agrícolas según el plan de explotación de tierras agrícolas. Para este fin, es necesario establecer un nuevo plan de utilización de tierras. El plan de utilización de tierras tiene el objeto de hacer la clasificación de tierras y determinar los cultivos más apropiados para la capacidad de producción que tiene cada tierra.

Las condiciones meteorológicas y socioeconómicas son casi iguales por todo el área del proyecto, y no pueden ser factores para la clasificación de tierras. Consecuentemente, esta clasificación se hará por los siguientes cuatro factores.

- 1) Aptitud de utilización de la tierra, desde el punto de vista de las condiciones del suelo
- 2) Aptitud de utilización de la tierra, desde el punto de vista de las condiciones topográficas
- 3) Seguridad contra las inclemencias climáticas, etc.
- 4) Grado de dificultad de desarrollo, desde el punto de vista de las situaciones actuales de uso de tierras (estado de cobertura, etc.)

En la clasificación de la tierra, se estudiará la aptitud del terreno para cada utilización dividida, analizando los cuatro factores, y, en cuanto a la zona forestal y la laguna de regulación, éstas se utilizan para preservar las tierras agrícolas y, por lo tanto, deben tratarse preferentemente con respecto a éstas en la clasificación. Además, la aptitud para la pradera se tratará de igual manera que la aptitud para la tierra de cultivo seco, por ser casi equivalente estas aptitudes y, en este plan, se realizará la clasificación sobre las aptitudes para el arrozal y para la tierra de cultivo seco, para cada zona del área del proyecto.

Como se indica en el flujograma en la Fig. 5-13, el procedimiento de la clasificación de la tierra consiste en realizar progresivamente la clasificación de productividad según las condiciones de suelo y la topografía, la de seguridad de la tierra y la de grado de dificultad de laboreo de la tierra, para la clasificación de posibilidad de utilización de la tierra, según las situaciones actuales.

El trabajo consiste en cubrir el área del proyecto con una malla de 500 m x 500 m y evaluar cada malla según los criterios de clasificación, para clasificar la posibilidad de utilización de las tierras.

#### 5-9-2 Resultados de la clasificación

Los resultados de la clasificación de cada parcela para la utilización como arrozal y como tierra de cultivo seco que está basada sobre los cuatro factores, se indican en la Fig. 5-14 y Fig. 5-15. Estas cifras indican que alrededor del 75% del área del proyecto tiene buena aptitud para la utilización como arrozal, y las tierras bajas de atrás del pantano del

lomo de tipo Planosol y Planosol húmico presentan aptitud muy buena. Las zonas que tienen aptitud relativamente baja para la utilización como tierra de cultivo secano son mayormente la laguna de regulación y la zona de bosques, además de la lomadas de pequeña dimensión.

Por otra parte, para la utilización como tierra de cultivo secano, un 86% del área del proyecto presenta buena aptitud. Las aptitudes de estas para la utilización como laguna de regulación y zona de bosques son bajas, pero, en comparación con su utilización para el arrozal, son buenas.

### 5-9-3 Plan de utilización de las tierras

Al establecer el plan de utilización de las tierras, se debe dar prioridad a los siguientes dos aspectos.

- 1) Concepto de cultivo apropiado en tierra apropiada que está basado sobre los resultados de la clasificación de la tierra, para aprovechar las situaciones naturales de la tierra.
- 2) Posibilidad de realización de una explotación agrícola económica que aprovecha las situaciones naturales de la tierra.

Es decir, para lograr un óptimo efecto del proyecto con un mínimo costo necesario para el arreglo de la infraestructura de producción, el plan de utilización de la tierra debe ser racional, deliberándose sistemáticamente todos los ítems, como la determinación de los cultivos a introducirse en el plan de desarrollo agrícola, plan de riego, plan de drenaje y plan de agricultura.

En base a los resultados de clasificación de la tierra, el área del proyecto se divide principalmente en tierra agrícola, zona de bosques, instalaciones y laguna de regulación.

En las tierras agrícolas, para utilizar más eficientemente el agua de riego de  $108 \text{ m}^3/\text{seg}$  suministrada por la Represa de Yacyretá, las zonas que son capaces de utilizarse según su topografía como arrozal se considerarán preferentemente para el riego.

Las zonas que no pueden utilizarse topográficamente como arrozales serán dedicadas al cultivo secano, y basándose sobre el concepto de cultivo apropiado en tierras apropiados su utilización se dividirá en explotación de gran escala que consiste principalmente en el cultivo de la soja y el trigo, explotación de mediana escala que consiste principalmente en el cultivo de



la cebolla y la papa, y la explotación de pequeña escala que tiene como objetivo principal el cultivo de algodón.

Las zonas planas bajas de la parte noroeste del área del proyecto pueden utilizarse como arrozales, pero, atendiendo tanto al hecho de que está limitada la cantidad del agua procedente de la Represa de Yacyretá, como al costo del proyecto necesario para el mejoramiento de drenaje y así también los resultados de la clasificación de productividad del suelo, se utilizarán como praderas.

Los detalles de las superficies para el plan de utilización de las tierras se indican en el siguiente cuadro. Además, en la Fig. 5-16, se indica el diagrama de diseño de utilización de tierras.

Detalles de las superficies en el plan de  
utilización de tierras

División de utilización de terrenos	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Observaciones
Tierra para agricultura	101.840	66,8	(Incluyendo una superficie de 1.200 ha de herbazal artificial para lechería)
Arrozal	55.300	36,2	
Campo	36.420	23,9	
Pastura	10.120	6,7	
Bosque	18.100	11,9	
Embalse con desagües no regulables	25.460	16,7	
<b>TOTAL (Superficie total)</b>	<b>152.300</b>	<b>100</b>	

5-10 Subproyectos

5-10-1 Establecimiento de subproyectos

Una de las características de este proyecto es que la única fuente del agua de riego es la que se suministrará por la Represa de Yacyretá y que las zonas a explotarse no están conectadas en forma independiente con el canal de riego troncal procedente de la Represa de Yacyretá, sino que la totalidad del área del proyecto es una unidad en donde el agua de riego se distribuirá por un canal de riego troncal. Por consiguiente, en caso de establecerse los subproyectos mediante la división zonal, las obras se deben empezar siempre por la parte superior, no admitiendo discusiones sobre el orden de preferencia.

Teniendo en cuenta la cuenca de drenaje y la provisión de fondos, los subproyectos se establecerán dividiendo el área del proyecto en tres zonas y denominando cada una de éstas como subproyecto 1, 2 y 3 (Ver Fig. 5-17).

Resumen de los subproyectos

Utilización de terreno y número de casas de colonos	Totalidad		Subproyecto 1		Subproyecto 2		Subproyecto 3	
	Superficie ha	Número de casas de colonos	Superficie ha	Número de casas de colonos	Superficie ha	Número de casas de colonos	Superficie ha	Número de casas de colonos
Explotación arroz - soja	55.300	276	18.880	94	30.760	154	5.660	28
Explotación soja - trigo	23.500	156	8.540	56	700	5	14.260	95
Explotación cebolla - papa	2.600	52	2.600	52	-	-	-	-
Explotación algodón - mani	2.500	100	-	-	2.500	100	-	-
Explotación de tipo de IBR	7.820	391	-	-	-	-	7.820	391
Total de campo	(36.420)	(699)	(11.140)	(108)	(3.200)	(105)	(22.080)	(486)
Pastura	1.200	24	1.200	24	-	-	-	-
Pastizal	8.920	9	-	-	-	-	8.920	9
Subtotal	101.840	1.008	31.220	226	33.960	259	36.660	523
Zona de árboles	18.100		3.800		5.125		9.175	
Canal de alimentación	25.460		7.805		8.490		9.165	
Embalse con desagües no regulables	6.900		1.625		4.050		1.225	
Total	152.300		44.450		51.625		56.225	
Pian de instalaciones	Puntos		Puntos		Puntos		Puntos	
Centro de secado y almacenamiento arroz (Silo 20.000t)	9		3		5		1	
Centro de secado y almacenamiento de soja y trigo	9		2		3		4	
Centro de molino de arroz	1		-		1		-	
Frigorífico de hortalizas	2		2		-		-	
Centro de tratamiento de leche	1		1		-		-	
Costo de proyecto								
Efecto								

#### 5-10-2 Problemas sobre el establecimiento de los subproyectos

Al realizar las obras de los tres subproyectos empezando por la parte superior, surgen algunos problemas según la forma de división. La sección del canal de riego troncal depende de si los subproyectos 2 y 3 se ponen en marcha a continuación de las obras del subproyecto 1 o después de cierto período. Se supone que el desarrollo del cultivo del arroz, producto para la exportación, se deja influir por el movimiento del mercado y, existe alta posibilidad de que el Gobierno decida el período de ejecución, incluida la provisión de fondos. Por consiguiente, se establecerán algunos casos probables para la sección del canal de riego troncal en el subproyecto 1, para realizar las evaluaciones.

#### 5-10-3 Evaluación económica de los subproyectos

Para esta evaluación, no se adoptará el método de comparación de las Tasas Internas de Retorno obtenidas, sino que se hará en forma ajustada al método práctico de ejecución. Es decir, los siguientes casos.

- 1) Evaluación económica del subproyecto 1, en el caso de realizar solamente las obras de éste (Para la sección del canal de riego troncal, se adoptarán las condiciones del subproyecto 1, a saber, superficie de arrozal de 18.800 Ha, superficie de riego de 14.160 Ha, cantidad necesaria de agua de  $36,8 \text{ m}^3/\text{seg.}$ )
- 2) Evaluación económica del subproyecto 1, en el caso de que la sección del canal de riego troncal se construirá en  $107,8 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , y que su costo del proyecto se cubrirá totalmente por el subproyecto 1.
- 3) Evaluación económica de los subproyectos 2 y 3 (En caso de que los subproyectos 2 y 3 se hagan cargo del costo de construcción de expansión del canal de riego troncal, a continuación del caso 1, los subproyectos 2 y 3 se tratarán en conjunto.)
- 4) Evaluación económica, en el caso de que en cada caso se incluirán las instalaciones de procesamiento de productos agrícolas.

Las Tasas Internas de Retorno obtenidas con esta evaluación económica son las siguientes.

	Solamente la obra de riego	Obra de riego + Instalaciones de procesamiento de productos agrícolas
Caso 1	15,9%	15,3%
Caso 2	12,4%	12,4%
Caso 3	11,3%	11,4%

Todos los casos tienen una racionalidad económica que permite adoptar cualquiera de ellos como proyecto nacional, y la decisión del período de ejecución y la sección del canal troncal deben encargarse a juicio del Gobierno.

Además, el costo y el plan de ejecución del caso 1 que tiene un elevado efecto económico se indican en el Cuadro 5-8 y la Fig. 5-18, respectivamente.

#### 5-11 Finca piloto

Aunque se realice solamente el subproyecto 1, es un plan de desarrollo de gran escala. Cubre una superficie de 31.220 Ha y la superficie que se desarrollará como arrozal llega a 18.880 Ha. El Paraguay no ha realizado obras de riego de gran magnitud como éste. Sin embargo, puede considerarse que la ejecución de una finca piloto para que los agricultores puedan realizar por sí mismos la administración del agua de riego, cultivo rotativo de arroz - soja, y aprender la técnica de cultivo, etc. es muy significativo para el desarrollo posterior.

Además, se espera que los agricultores que integran la finca piloto lleguen a ser el núcleo de desarrollo como líderes de todos los que vengan más tarde. Como se ha estudiado en el plan maestro, los agricultores de producción de semillas que suministrarían ésta al área del proyecto deberán poseer un alto nivel técnico desempeñando un papel principal durante el curso de desarrollo del área, pero, al mismo tiempo, se espera que en el futuro los agricultores de la finca piloto llegarán a ser los suministradores de semillas.

En caso de que el capital inicial de los agricultores sea elevado, también serán más elevados los beneficios hasta el período del año estable y, si bien sea pequeño su tamaño, la finca piloto puede ser provechosa. Los agricultores no podrán contar con toda la financiación del Fondo de Yacyretá, suministro para el interés y otros, y deben cubrir la mayor parte del equipamiento del capital inicial con sus propios fondos.

En base a lo anterior, la escala administrativa de la finca piloto será de 100 Ha: 75 Ha para el arroz y 25 Ha para la soja, con una superficie total de la tierra explotada de 1.000 Ha (Fig. 5-19).

En lo que se refiere al plan de ejecución y costo de obra, puesto que la finca piloto es una empresa experimental, es deseable que se implemente en dos años. En cuanto al lote de parcelas, canales de riego principal, canales de drenaje principal, etc., su distribución y otros deben considerarse muy cuidadosamente, atendiendo a su adaptación con el plan maestro.

En el primer año, se implementará la corrección de la superficie de arrozales, movimiento de tierra de canales de drenaje, caminos y obras de las estructuras relacionadas a canales de drenaje. En el segundo año, se terminarán las estructuras relacionadas a los canales de riego y obras de pavimentación de caminos. La proporción del costo de obras será de unos 40% para el primer año y de unos 60% para el segundo año. El cálculo del costo de obras es completamente equivalente al plan maestro, los resultados del cual se indican en el Cuadro 5-9.

Cuadro 5-1 Tipo de explotación agrícola

Tipo de explotación agrícola	Superficie de explotación (Ha)	Productos	Capital aportado (1.000 Gs)	Beneficios en el año en que la respectiva explotación se pone en equilibrio	Año en que se estabiliza la explotación
Explotación de arroz - soja	200	Arroz con riego Soja	23.740	11.997	15
Explotación de soja - trigo	150	Soja Trigo Maíz Avena	27.381	7.104	14
Explotación de cebolla - papa	50	Cebolla papa Soja Calabaza Maní	3.334	8.849	14
Explotación de algodón - maní	25	Algodón Maní Trigo Avena	4.327	2.333	14
Explotación tipo IBR	20	Algodón Maíz Mandioca Ganado para carne	-	1.445	14
Explotación lechera	50	Leche cruda Terneros Vacas de descarte	-	11.289	14
Explotación ganadera para carne	1.000	Ganado para cría Ganado Terminado	-	3.412	14

\* Período requerido hasta llegar al tiempo en que se estabiliza la explotación.

Año	Primer año												Segundo año												Tercer año												Cuarto año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sup. Cult.																																																
200	Arroz con riego 50,0												Soja 50,0												Arroz con riego 50,0												Arroz con riego 50,0											
150	Arroz con riego 50,0												Arroz con riego 50,0												Soja 50,0												Arroz con riego 50,0											
100	Arroz con riego 50,0												Arroz con riego 50,0												Arroz con riego 50,0												Soja 50,0											
50	Arroz con riego 50,0												Arroz con riego 50,0												Arroz con riego 50,0												Arroz con riego 50,0											
0	Soja 50,0												Arroz con riego 50,0												Arroz con riego 50,0												Arroz con riego 50,0											

Fig. 5-1 (1) Plan de cultivo en el sistema de rotación Arroz con riego — Soja





Año	Primer año												Segundo año												Tercer año												Cuarto año																																																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																												
Sup.																																																																																																												
50,0	Almácigo												Cebolla 12,5												Soja 12,5												Zapallo 12,5												Cebolla 12,5												Maní 12,5												Papa 12,5																																			
37,5	Soja 12,5												Cebolla 12,5												Zapallo 12,5												Cebolla 12,5												Maní 12,5												Papa 12,5												Almácigo												Cebolla 12,5												Soja											
25,0	Zapallo 12,5												Cebolla 12,5												Maní 12,5												Almácigo												Cebolla 12,5												Soja 12,5												Cebolla 12,5												Zapallo																							
12,5	Maní 12,5												Papa 12,5												Almácigo												Cebolla 12,5												Zapallo 12,5												Cebolla 12,5												Soja 12,5												Cebolla 12,5																							
0																																																																																																												
Superficie de cultivo (Ha)																																																																																																												

Fig. 5-1 (3) Plan de cultivo en el sistema de rotación Cebolla – Papa

Año	Primer año												Segundo año												Tercer año												Cuarto año																																																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																												
Sup.																																																																																																												
25,0	Maní	6,25											Trigo	6,25											Algodón	6,25											Trigo	6,25											Algodón	6,25											Avena	6,25																																														
18,75	Algodón	6,25											Trigo	6,25											Trigo	6,25											Avena	6,25											Trigo	6,25											Algodón	6,25											Maní	6,25											Trigo	6,25											Algodón	6,25										
12,5	Algodón	6,25											Trigo	6,25											Algodón	6,25											Algodón	6,25											Maní	6,25											Trigo	6,25											Algodón	6,25											Trigo	6,25											Algodón	6,25										
6,25	Algodón	6,25											Avena	6,25											Maní	6,25											Trigo	6,25											Algodón	6,25											Trigo	6,25											Algodón	6,25											Trigo	6,25											Algodón	6,25										
0																																																																																																												

Fig. 5-1 (4) Plan de cultivo en el sistema de rotación Algodón — Maní

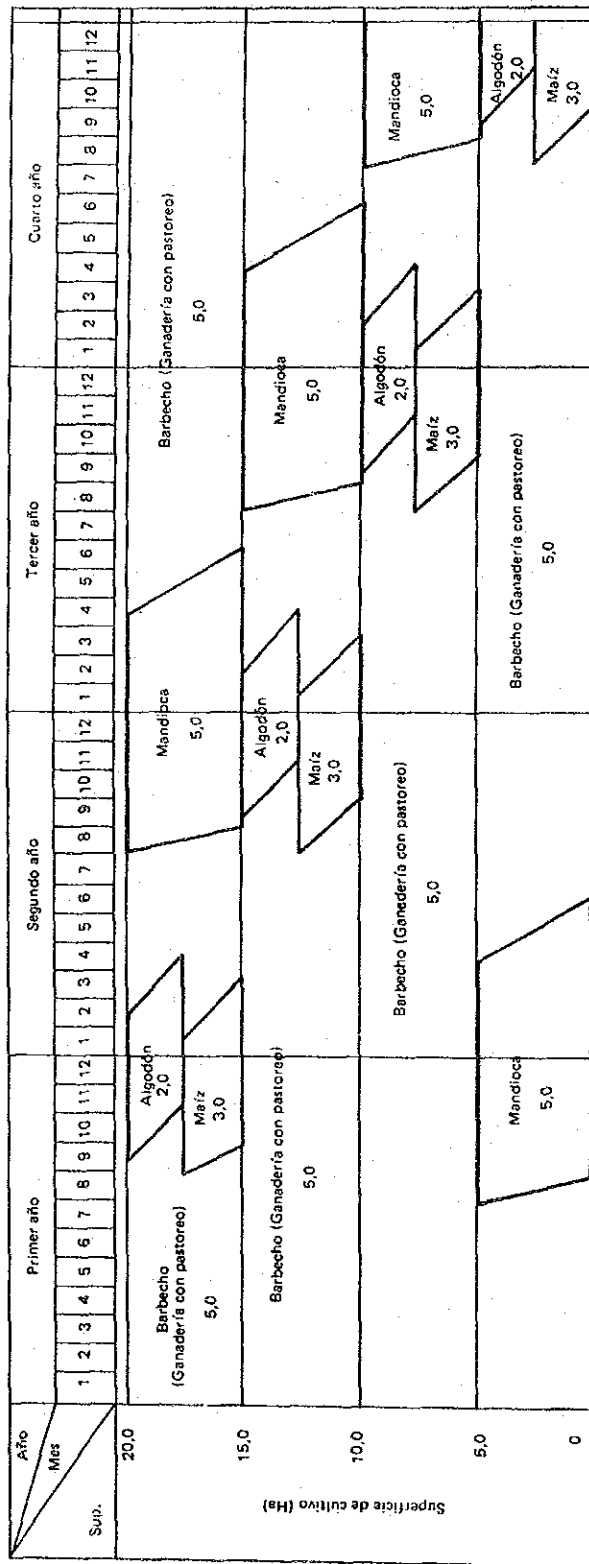


Fig. 5-1 (5) Plan de cultivo en el sistema de rotación Algodón — Maíz — Mandioca

Cuadro 5-2 Trabajo que se introducen

	Arroz en regadío y de soja		Explotación de soja y de trigo		Explotación de cebolla y de papa		Explotación de algodón y de maní	
	Implemento de trabajo		Implemento de trabajo		Implemento de trabajo		Implemento de trabajo	
Cosecha	Tractor	70 HP	Tractor	70 HP	Tractor	40 HP	Tractor	40 HP
	"	80 HP	"	110 HP				
	"	120 HP						
	Cosechadora	95 HP	Cosechadora	95 HP			Cosechadora de algodón	
Arada	Arado de discos	6	Arado de discos	5	Arado de discos	3	Arado de discos	3
	Tracción	28"	Tracción	26"	Equipado directo	26"	Equipado directo	26"
	"	28"	"	28"				
Preparación de tierra	Rastra de discos	28	Rastra de discos	28	Rastra de discos	24	Rastra de discos	24
	Tracción	20"	Tracción	20"	Equipado directo	20"	Equipado directo	20"
	"	20"	"	20"				
Fertilización y siembra	Sembradora mecánica	17-19	Sembradora mecánica	17	Transplantador		Sembradora	
	Tracción	23-25	Tracción	26	Plantador de papa			
	"		"		Sembradora			
Transporte	Remolque volquete	6 t	Remolque volquete	6 t	Remolque volquete	3 t	Remolque volquete	3 t
		3		2		2		1

Cuadro 5-3 Estudio sobre el exceso y la falta de la mano de obra según cada tipo de explotación agrícola

(Hora)

Item	Mes												Total	Nota
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Mano de obra por familia agrícola (hora) ①	258	241	242	258	266	264	280	260	259	245	224	231	3.028	
Explotación de arroz - soja (escala de 200 Ha)	698	698	961	974	212	-	-	195	306	714	1.236	808	6.802	
Exceso o déficit (hora) ① - ②	Δ440	Δ457	Δ719	Δ716	54	264	280	65	Δ47	Δ469	Δ1.012	Δ577	Δ3.774	
Explotación de soja - trigo (escala de 150 Ha)	193	326	470	394	407	100	135	199	434	361	380	229	3.628	
Exceso o déficit (hora) ① - ③	65	Δ85	Δ228	Δ136	Δ141	164	145	61	Δ175	Δ116	Δ156	2	Δ600	
Explotación de cebolla y (escala de 50 Ha)	304	430	6.058	4.008	5.528	1.235	1.972	1.631	1.747	1.400	1.250	509	26.072	
Exceso o déficit (hora) ① - ④	Δ46	Δ189	Δ5.816	Δ3.750	Δ5.262	Δ971	Δ1.692	Δ1.371	Δ1.488	Δ1.155	Δ1.026	Δ278	Δ23.044	
Explotación de algodón y (escala de 25 Ha)	135	191	186	902	498	32	25	25	109	134	84	78	2.399	
Exceso o déficit (hora) ① - ⑤	123	50	56	Δ644	Δ232	232	255	235	150	111	140	153	629	
Explotación tipo IBR	50	121	153	161	84	56	117	135	90	106	105	102	1.280	
Exceso o déficit (hora) ① - ⑥	208	120	89	97	182	208	163	125	169	139	119	129	1.748	

Nota: (1) Signo Δ : deficit

Cuadro 5-4 Oferta y demanda de la mano de obra

(hora, %)

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Nota
Mano de obra obtenible en los cinco pueblos involucrados (1.000 horas) ①	486	454	456	485	501	497	527	490	488	462	421	434	5.701	
Mano de obra obtenible en los dos Departamentos involucrados (1.000 horas) ②	5.859	5.473	5.487	5.845	6.030	5.987	6.345	5.902	5.873	5.559	5.073	5.230	68.663	
Total de mano de obra requerido en el área del proyecto (1.000 horas) ③	239	266	653	538	408	80	124	170	243	326	465	285	3.797	
Proporción de la oferta y demanda ③/① (%)	49	58	143	111	81	16	24	35	50	71	110	66	67	
Proporción de la oferta y demanda ③/② (%)	4	5	12	9	7	1	2	3	4	6	9	5	6	

Cuadro 5-5 Producción en diseño según cada cultivo a ser introducido

Cultivos	Rendimiento por Ha	Superficie cultivada	Producción (en el año estabilizado)
Arroz con riego	5 Tn/Ha	41.475 Ha	207.375 Tn
Soja	2 Tn/Ha	32.100 Ha	64.200 Tn
Trigo	1,6 Tn/Ha	19.500 Ha	31.200 Tn
Cebolla	6 Tn/Ha	1.950 Ha	11.700 Tn
Papa	10 Tn/Ha	650 Ha	6.500 Tn
Calabaza	1.500 fr./Ha	650 Ha	975.000 frutas
Maíz	3.5 Tn/Ha	7.048 Ha	24.668 Tn
Algodón	2.3 Tn/Ha	2.657 Ha	6.112 Tn
Maní	1.8 Tn/Ha	1.275 Ha	2.295 Tn
Mandioca	18 Tn/Ha	1.955 Ha	35.190 Tn



Advertencia

**S** : Toma de agua

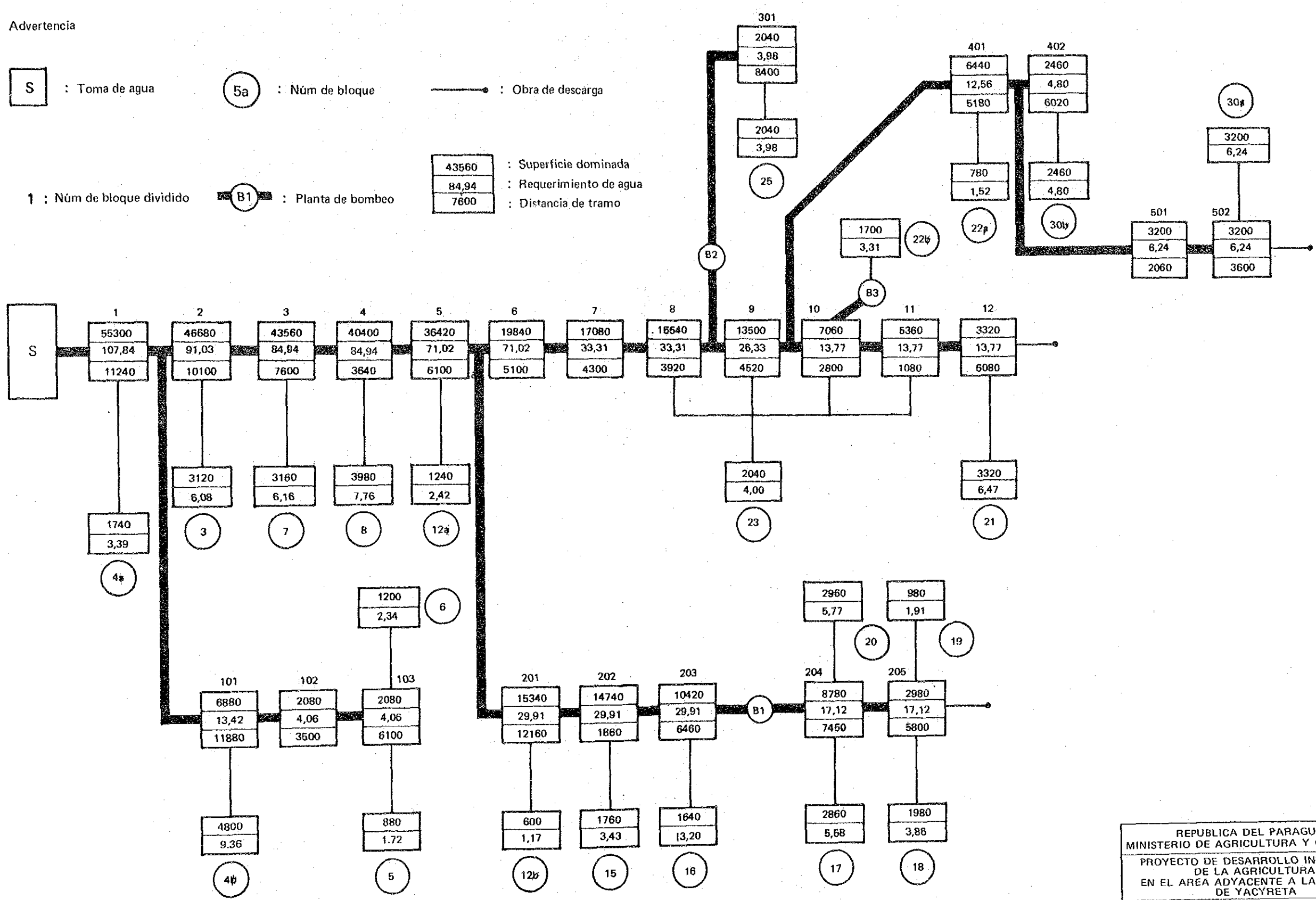
**5a** : Núm de bloque

—•— : Obra de descarga

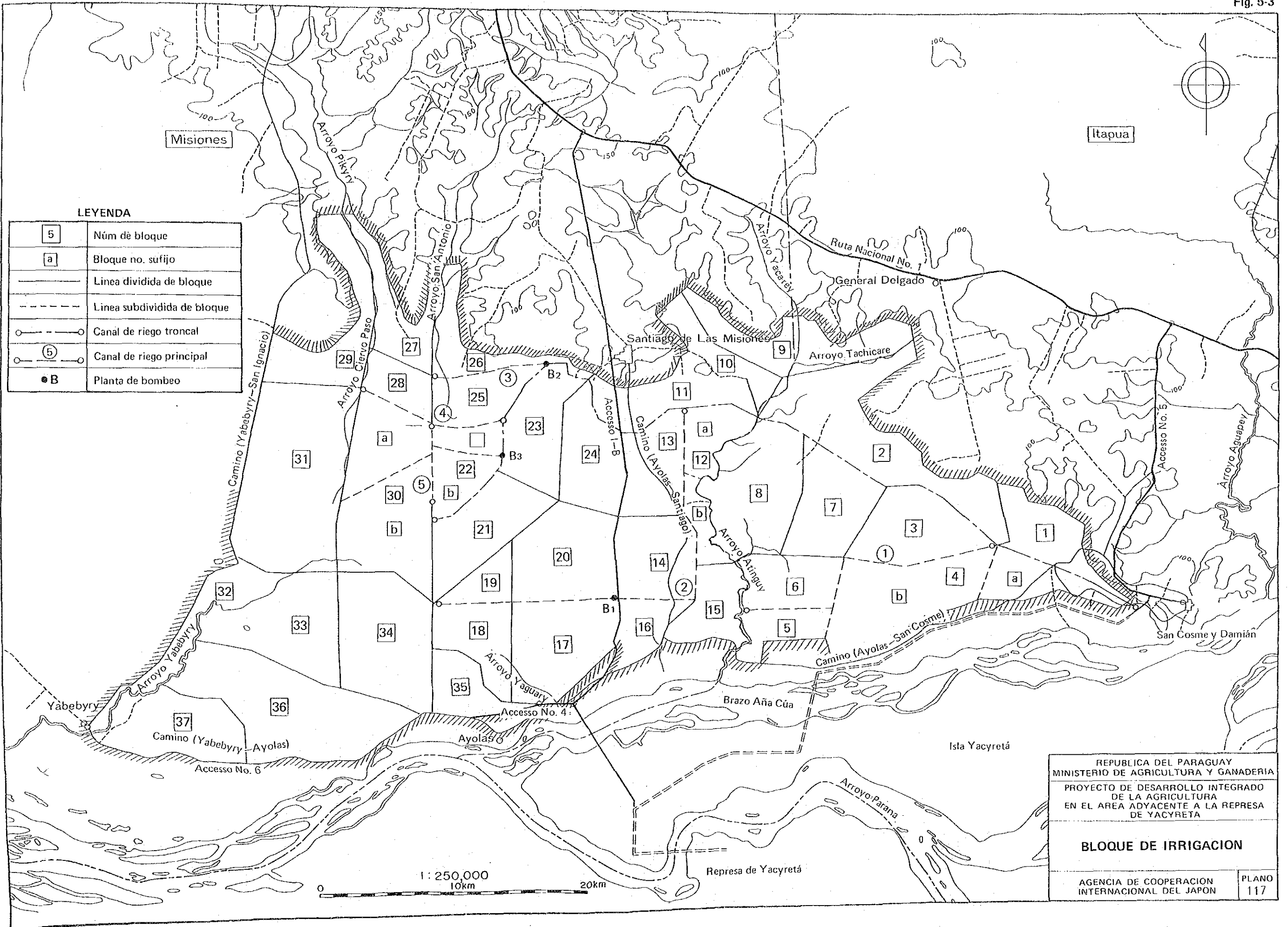
**1** : Núm de bloque dividido

**B1** : Planta de bombeo

43560	: Superficie dominada
84,94	: Requerimiento de agua
7600	: Distancia de tramo



REPUBLICA DEL PARAGUAY MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA	
PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRADO DE LA AGRICULTURA EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA DE YACYRETA	
<b>DIAGRAMA DE SISTEMA DE RIEGO</b>	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	PLANO 115



LEYENDA

5	Núm de bloque
a	Bloque no. sufijo
—	Línea dividida de bloque
- - -	Línea subdividida de bloque
○ — ○	Canal de riego troncal
⑤	Canal de riego principal
● B	Planta de bombeo

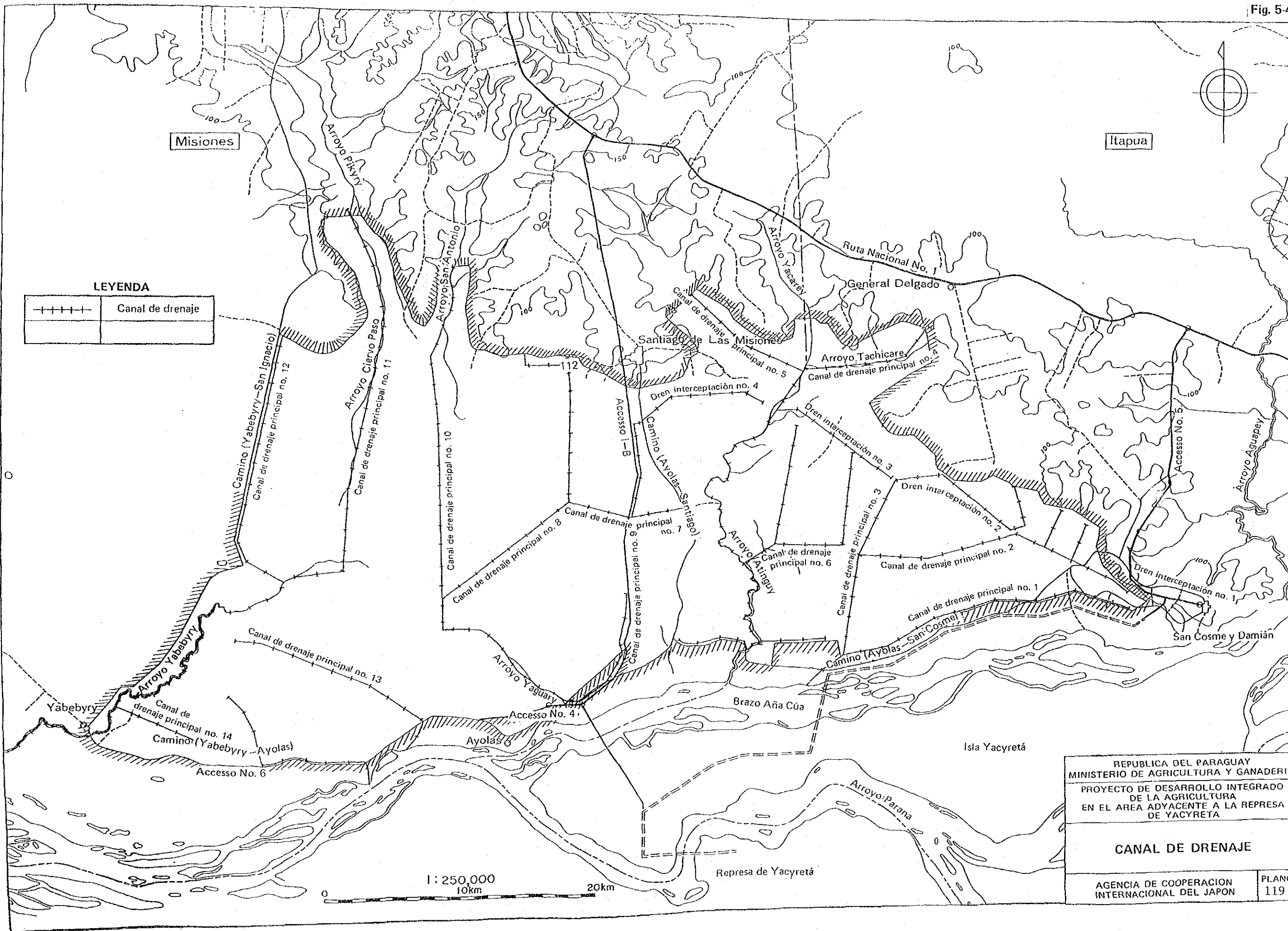
REPUBLICA DEL PARAGUAY  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRADO  
 DE LA AGRICULTURA  
 EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA  
 DE YACYRETA

**BLOQUE DE IRRIGACION**

AGENCIA DE COOPERACION  
 INTERNACIONAL DEL JAPON

PLANO  
 117

Fig. 5-4



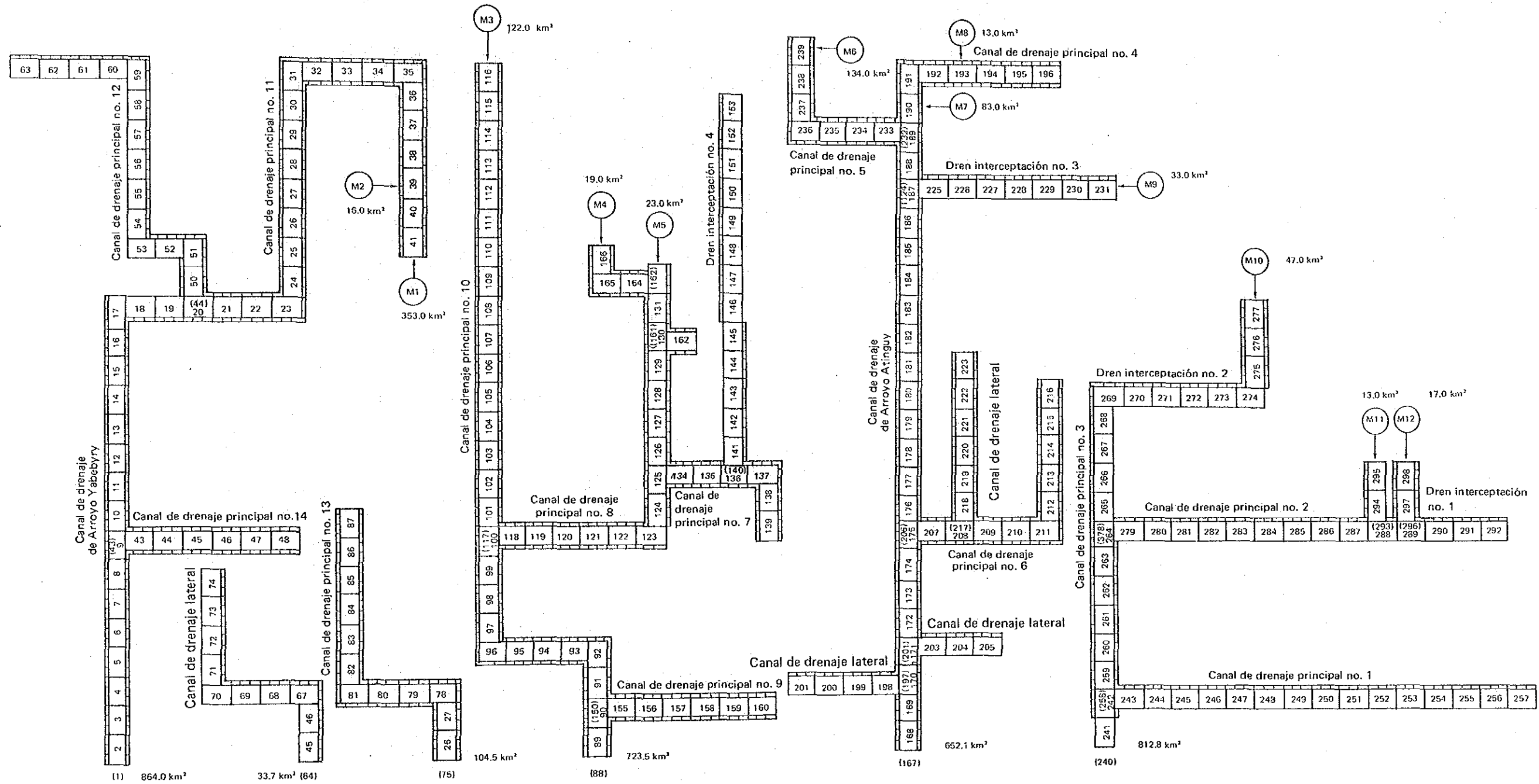
LEYENDA

	Canal de drenaje
--	------------------

REPUBLICA DEL PARAGUAY MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRADO DE LA AGRICULTURA EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA DE YACYRETA	
<b>CANAL DE DRENAJE</b>	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	PLANO 119

1 : 250,000  
10km 20km

Fig. 5-5





Cuadro 5-6 Correlación entre la dimensión de sección de canal de drenaje y estancamiento de agua (total)

División	0,10m <sup>3</sup> /seg/km <sup>2</sup> sección		0,15m <sup>3</sup> /seg/km <sup>2</sup> sección		0,25m <sup>3</sup> /seg/km <sup>2</sup> sección		0,50m <sup>3</sup> /seg/km <sup>2</sup> sección	
	Superficie inundada	Porcentaje de agua estancada	Superficie inundada	Porcentaje de agua estancada	Superficie inundada	Porcentaje de agua estancada	Superficie inundada	Porcentaje de agua estancada
0,0 CM--	42287,60	25,28	29671,32	17,74	26343,95	15,75	15773,54	9,43
5,0 CM--	36449,91	21,79	25467,32	15,22	22449,82	13,42	13029,02	7,79
10,0 CM--	31103,18	18,59	21554,77	12,83	19081,84	11,41	10605,79	6,34
15,0 CM--	26197,39	15,66	18223,27	10,89	16045,41	9,59	8551,00	5,11
20,0 CM--	21767,64	13,01	15527,57	9,16	13262,04	7,93	6841,43	4,09
25,0 CM--	17856,04	10,67	12727,57	7,61	10815,84	6,46	5451,86	3,26
30,0 CM--	14598,98	8,73	10425,90	6,23	8756,03	5,23	4432,77	2,65
35,0 CM--	11867,30	7,09	8510,19	5,09	7109,95	4,25	3607,09	2,16
40,0 CM--	9617,37	5,75	6870,27	4,11	5765,54	3,45	2867,83	1,71
45,0 CM--	7724,89	4,62	5819,20	3,30	4712,14	2,82	2231,03	1,33
50,0 CM--	6166,86	3,62	4493,09	2,69	3855,94	2,30	1696,46	1,01
55,0 CM--	4949,10	2,90	3665,05	2,19	3127,55	1,87	1246,46	0,75



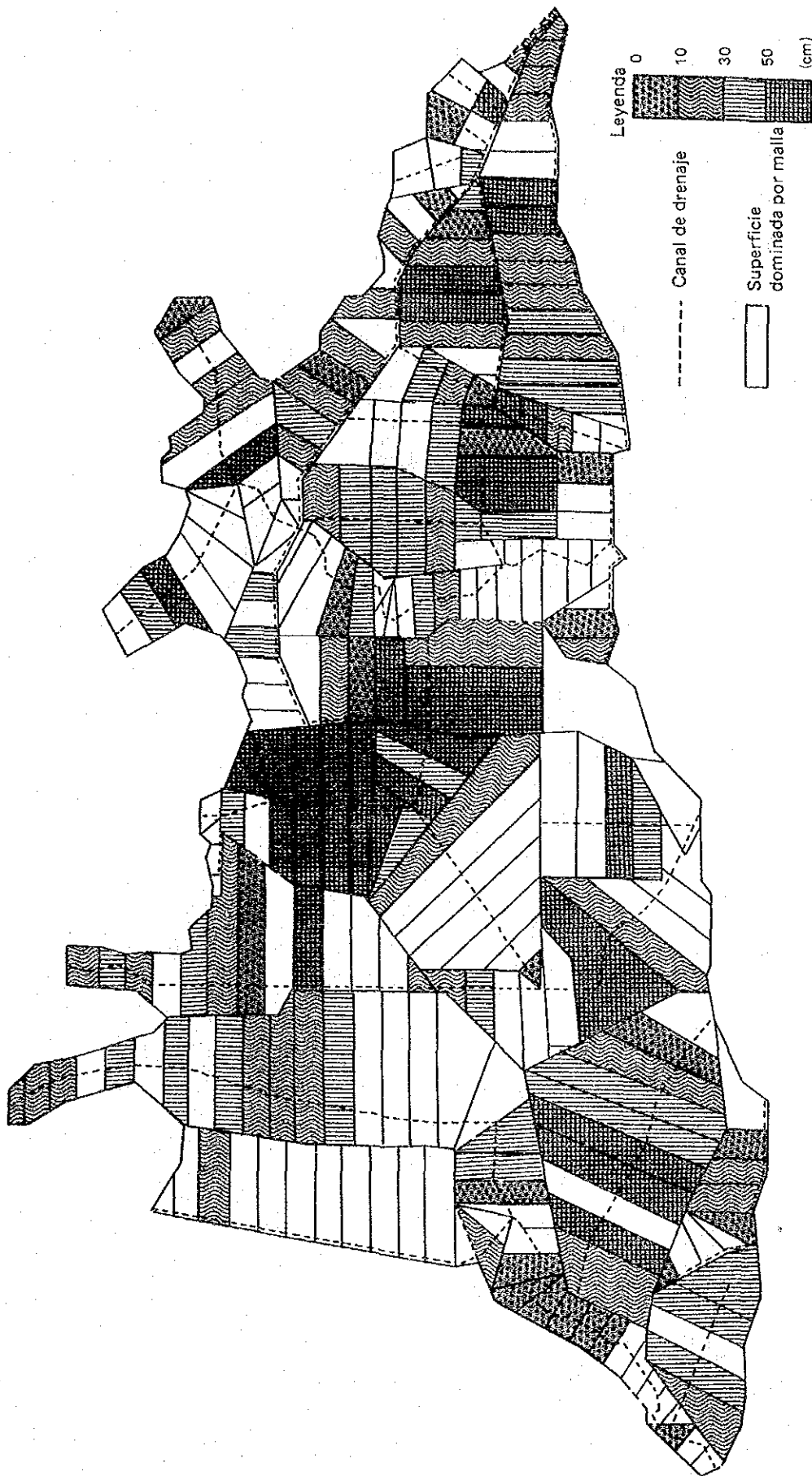


Fig. 5-6 Diagrama de modelo de distribución, de estancamiento máximo Caso 1-3





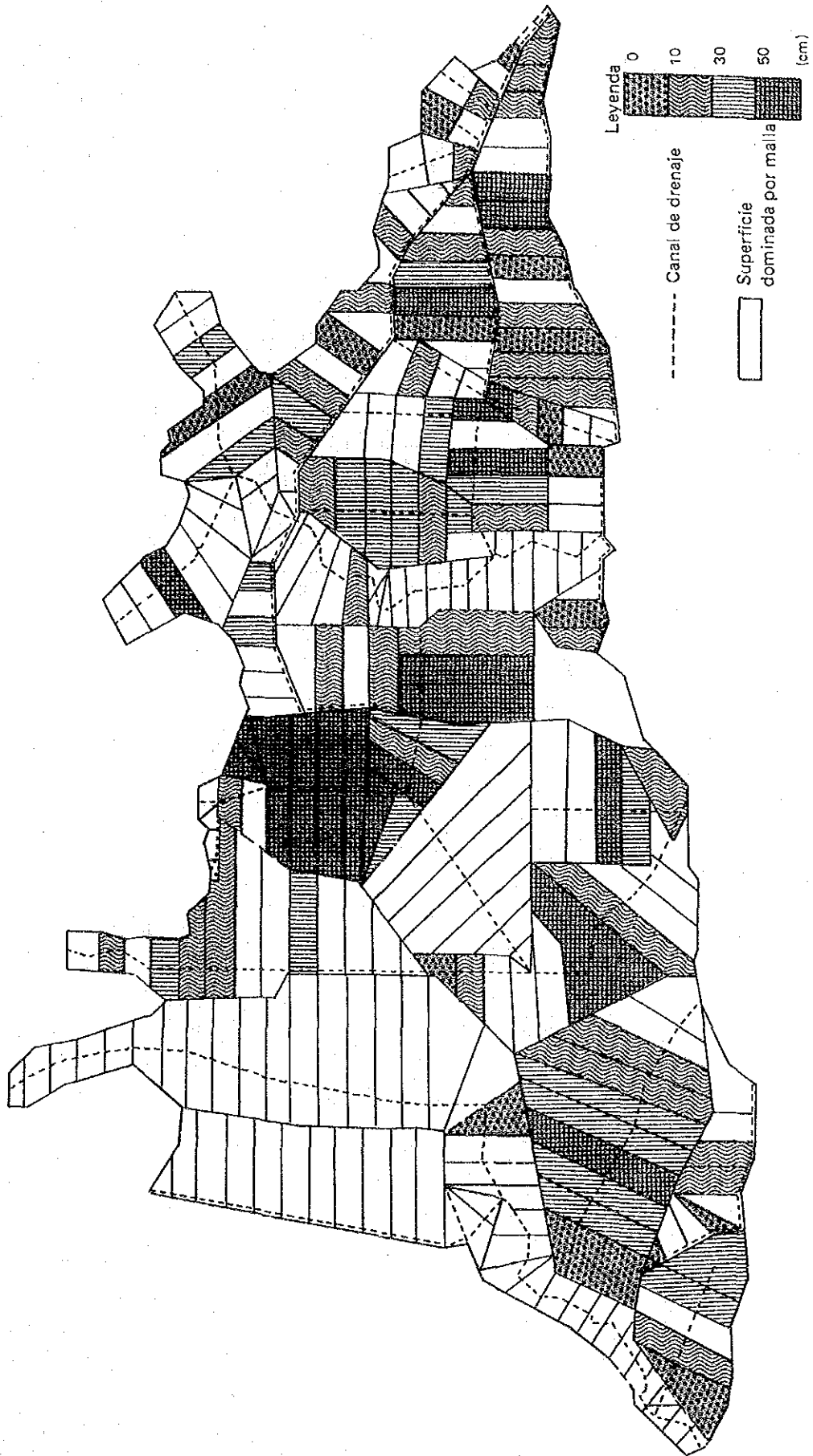


Fig. 5-7 Diagrama de modelo de distribución, de estancamiento máximo Caso 2-3



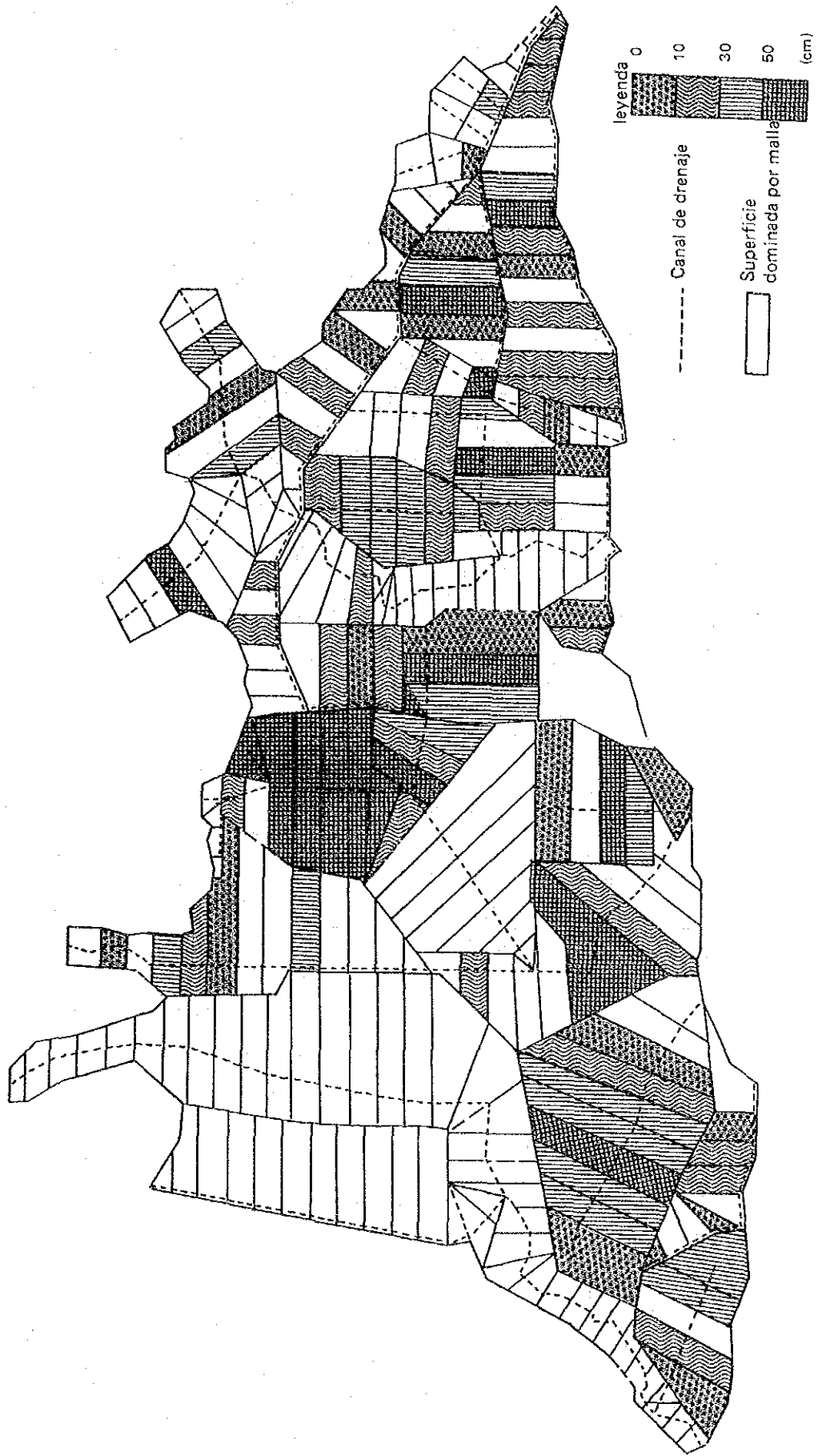


Fig. 5-8 Diagrama de modelo de distribución, de estancamiento máximo Caso 3-3



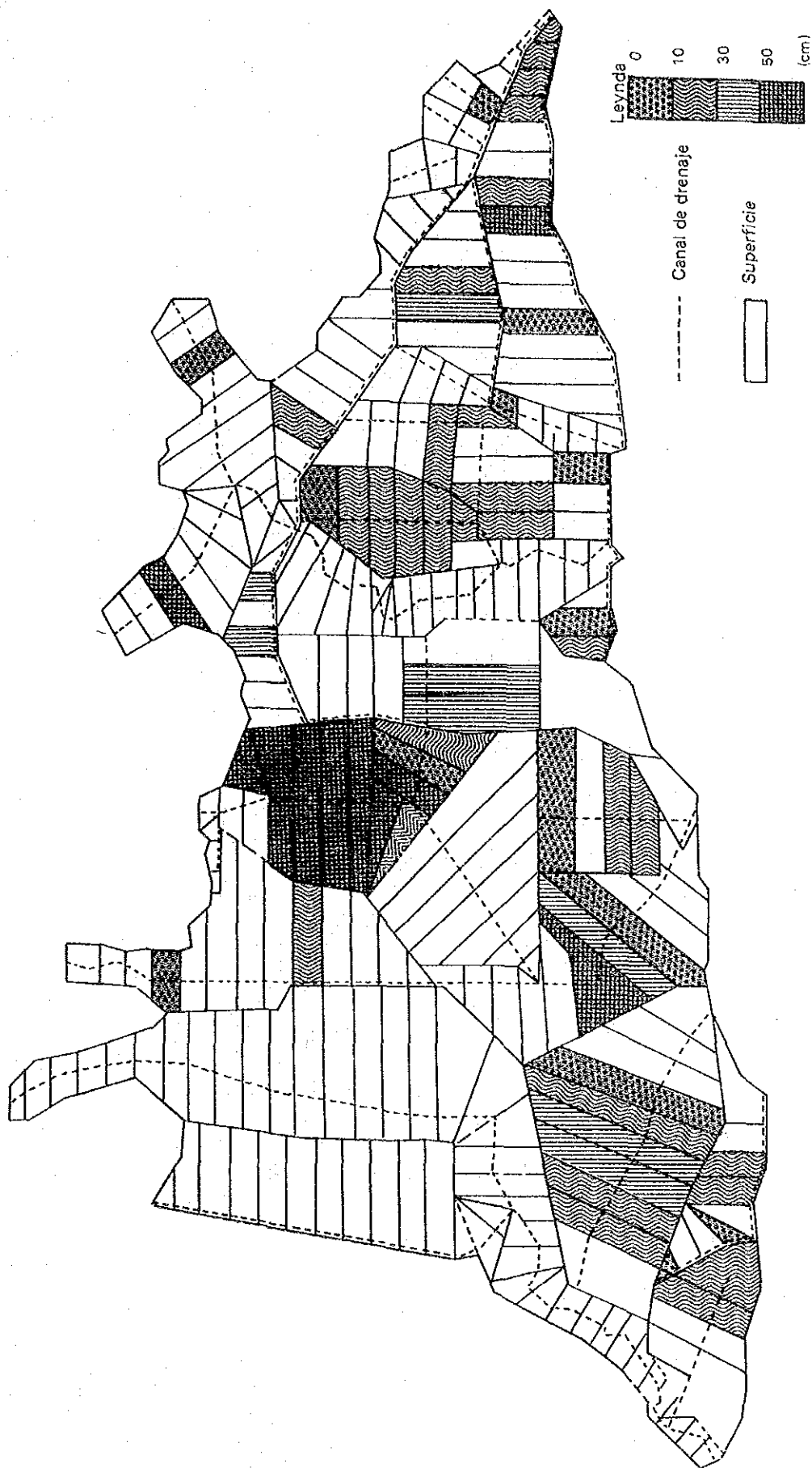


Fig. 5-9 Diagrama de modelo de distribución, de estancamiento máximo Caso 4-3



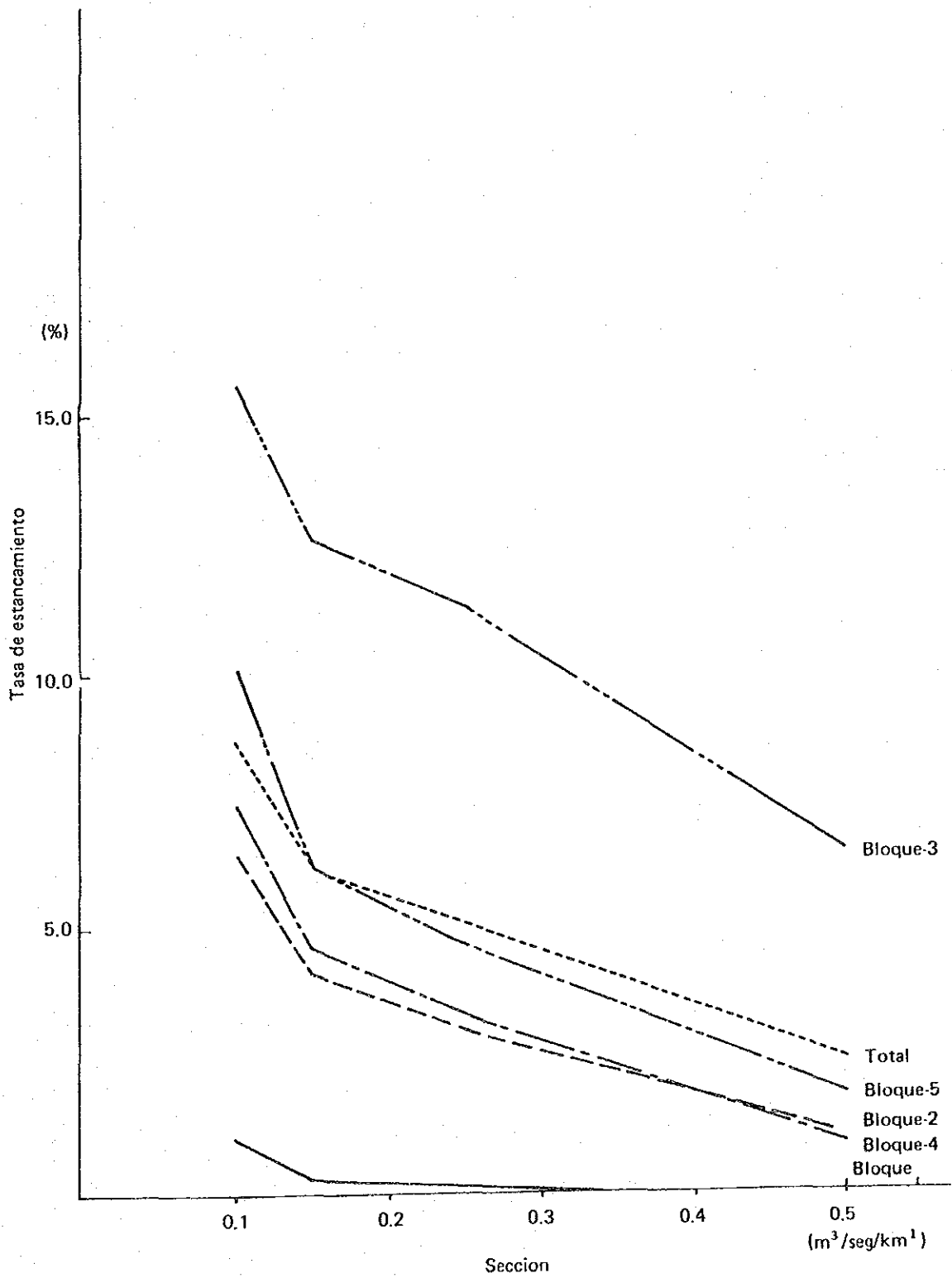


Fig. 5-10 Relación de la tasa de estancamiento y la sección de drenaje (profundidad de agua están cada: más de 30 cm)

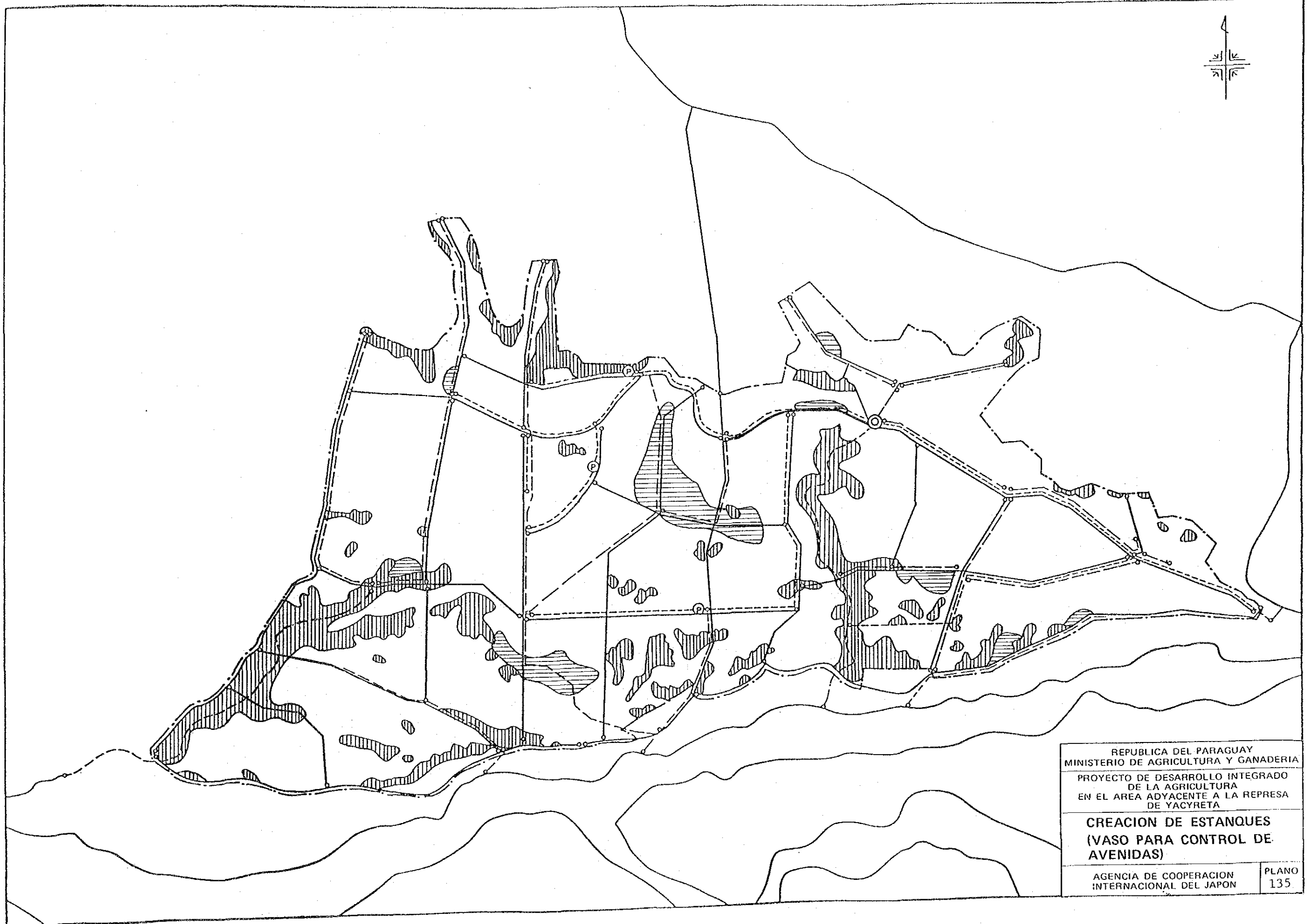


Cuadro 5-7 Lista de superficie inundada (profundidad de agua estancada: más de 30cm y estancamiento de agua: más de 24 horas)

(Unidad: Ha)

Sistema de drenaje	Correspondiente a 0,10m <sup>3</sup> /seg/km <sup>2</sup>			Correspondiente a 0,15m <sup>3</sup> /seg/km <sup>2</sup>			Correspondiente a 0,25m <sup>3</sup> /seg/km <sup>2</sup>			Correspondiente a 0,50m <sup>3</sup> /seg/km <sup>2</sup>			Nota				
	Arrozal	Tierra de cultivos secanos	Pradera natural	Total	Arrozal	Tierra de cultivos secanos	Pradera natural	Total	Arrozal	Tierra de cultivos secanos	Pradera natural	Total		Arrozal	Tierra de cultivos secanos	Pradera natural	Total
Sistema del Río Yabebyry	-	17	154	171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistema del canal de drenaje No. 13	-	986	190	1.176	-	597	115	712	-	378	77	455	-	93	20	113	
Sistema del canal de drenaje No. 10	5.250	1.104	749	7.103	4.520	979	456	5.955	4.029	908	377	5.314	2.283	550	205	3.035	
Sistema del Arroyo Atinguy	975	952	519	2.446	744	504	314	1.562	607	276	238	1.121	78	121	92	291	
Sistema del canal de drenaje No. 1	1.930	-	156	2.086	1.256	-	48	1.304	934	-	41	975	277	-	28	305	
Total	8.155	3.059	1.768	12.982	6.520	2.080	933	9.533	5.570	1.562	733	7.865	2.638	764	345	3.747	

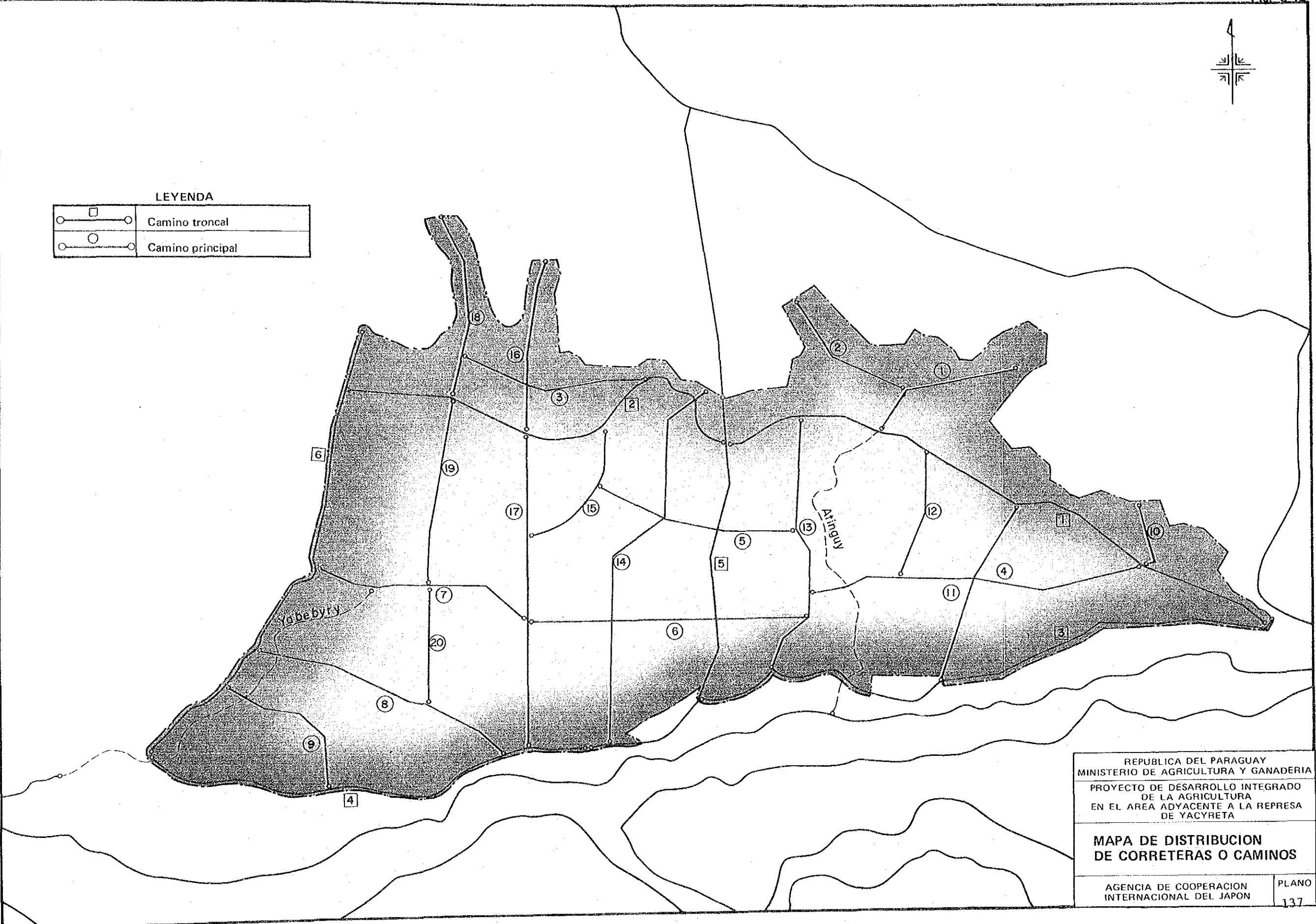
Fig. 5-11





**LEYENDA**

	Camino troncal
	Camino principal



REPUBLICA DEL PARAGUAY  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRADO  
 DE LA AGRICULTURA  
 EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA  
 DE YACYRETA

**MAPA DE DISTRIBUCION  
 DE CORRETERAS O CAMINOS**

AGENCIA DE COOPERACION  
 INTERNACIONAL DEL JAPON

PLANO  
 137

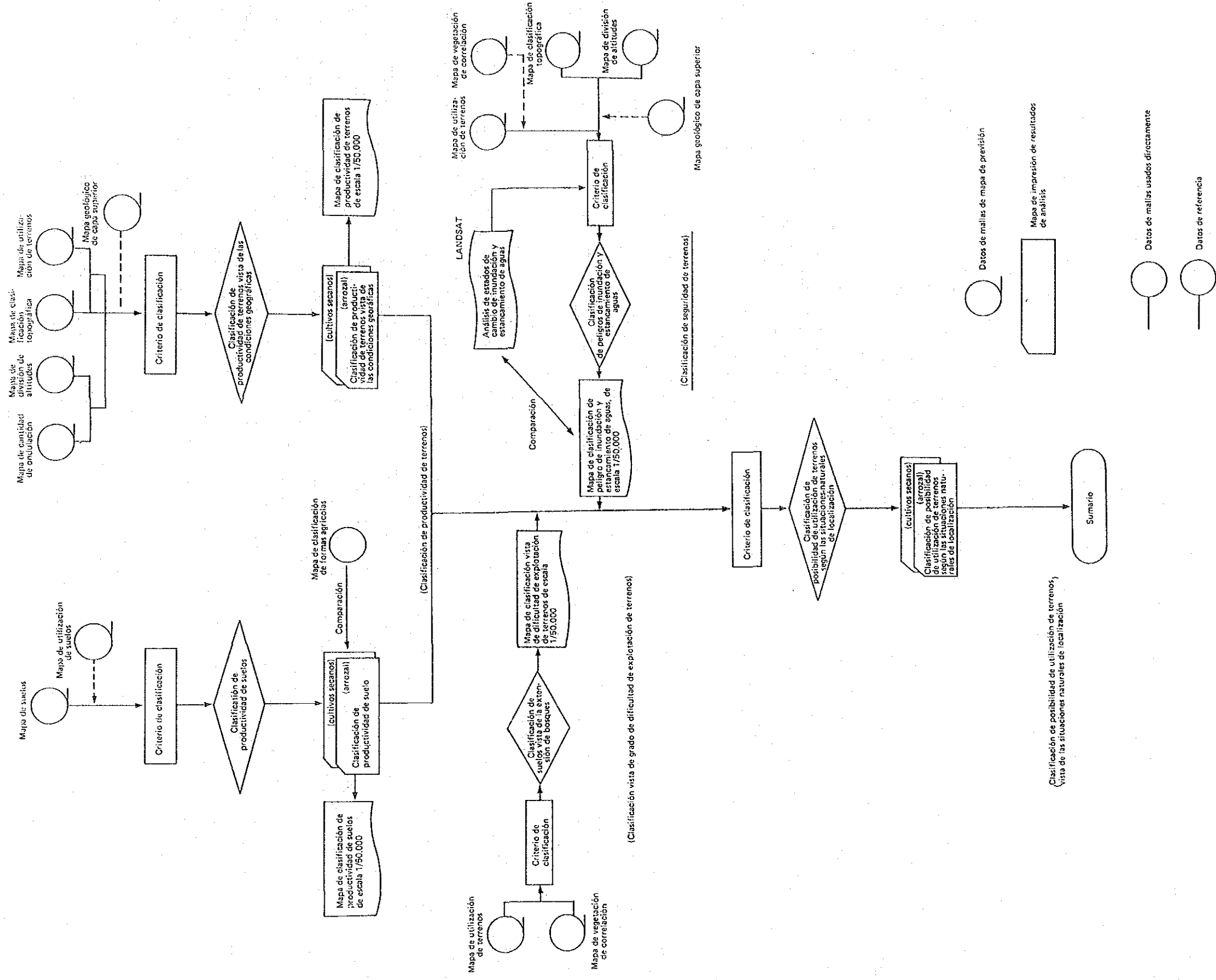
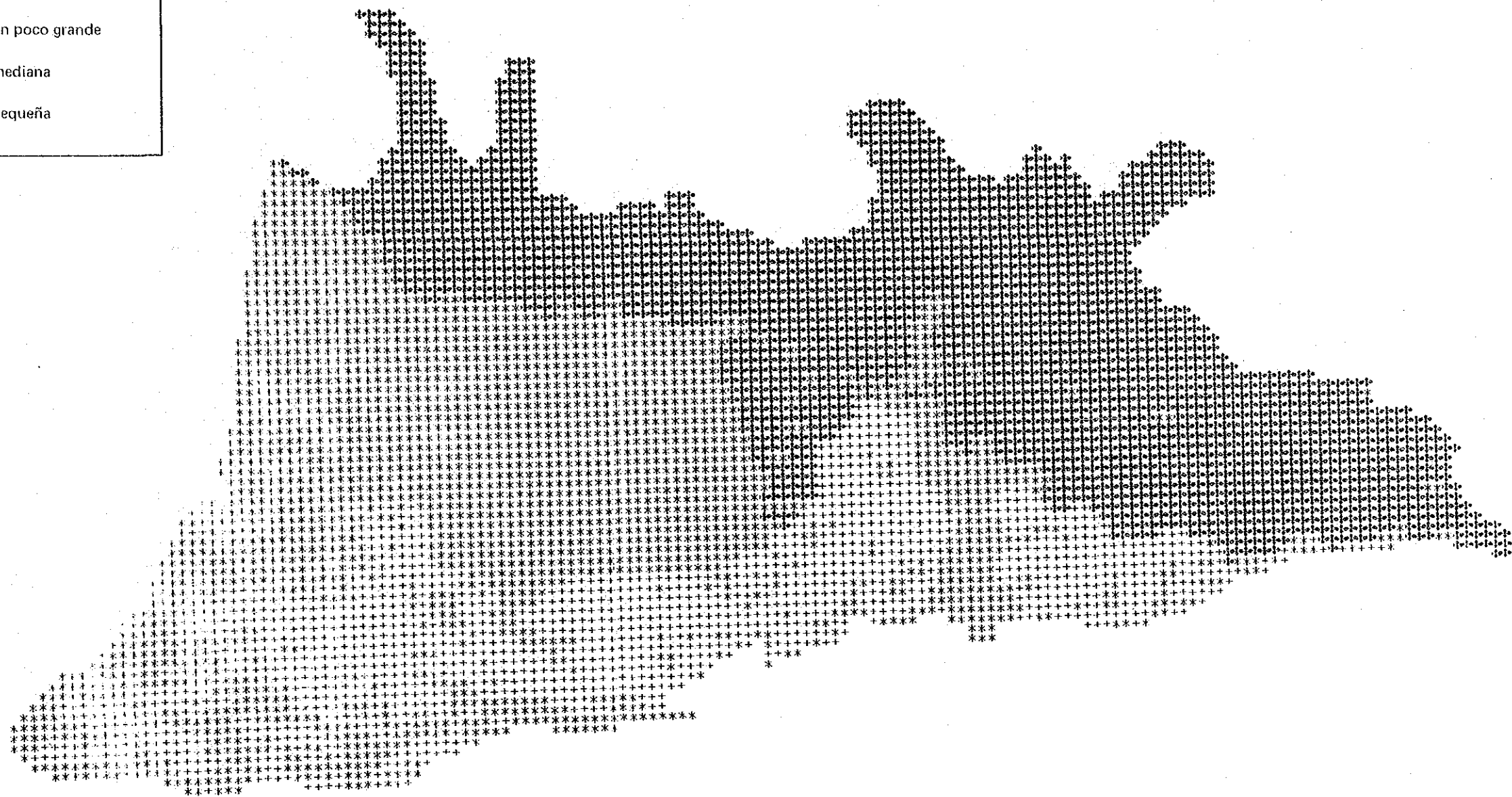


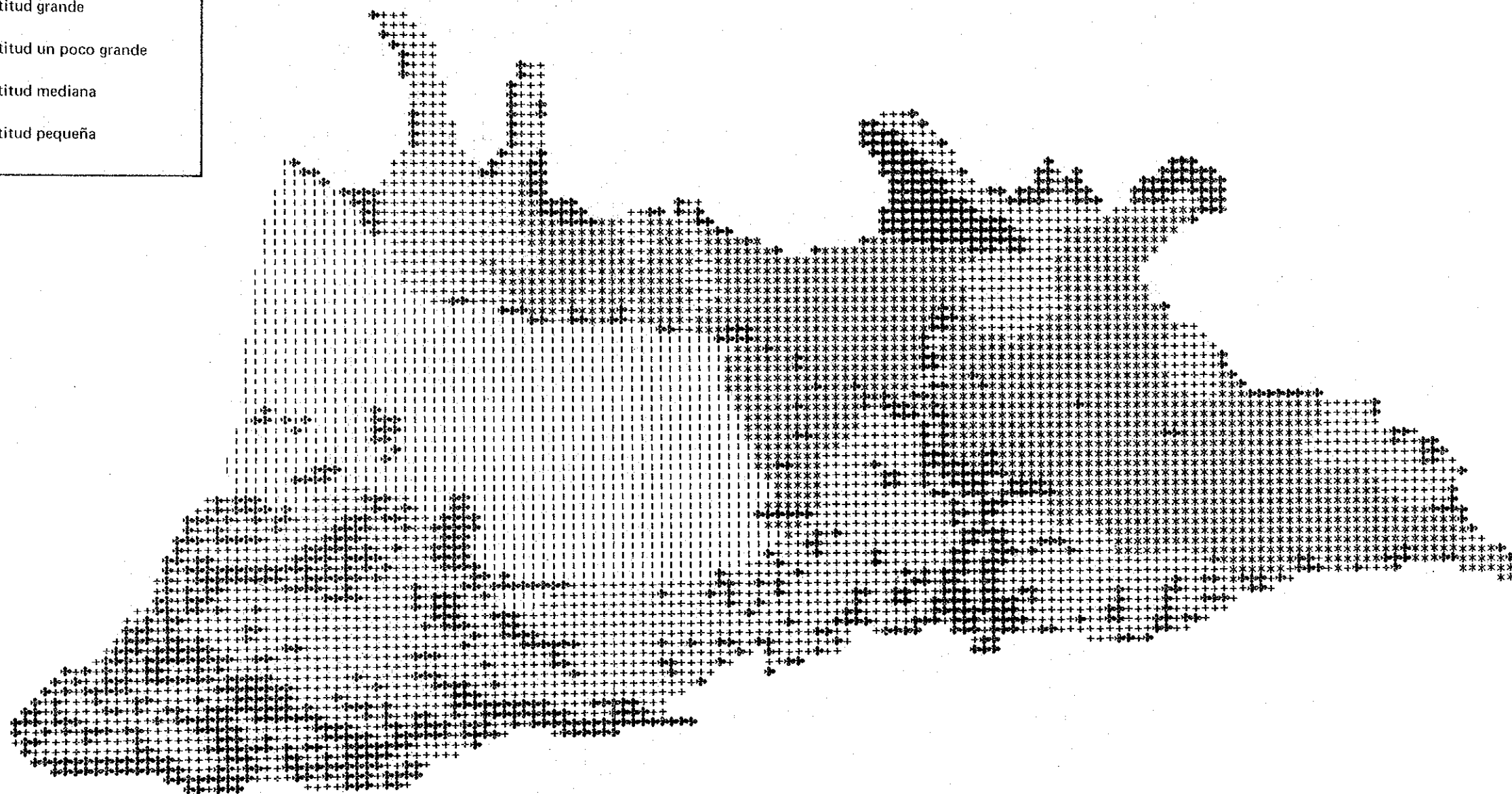
Fig. 5-13 Procedimiento de clasificación de terrenos

LEYENDA	
✦	Aptitud grande
*	Aptitud un poco grande
+	Aptitud mediana
·	Aptitud pequeña



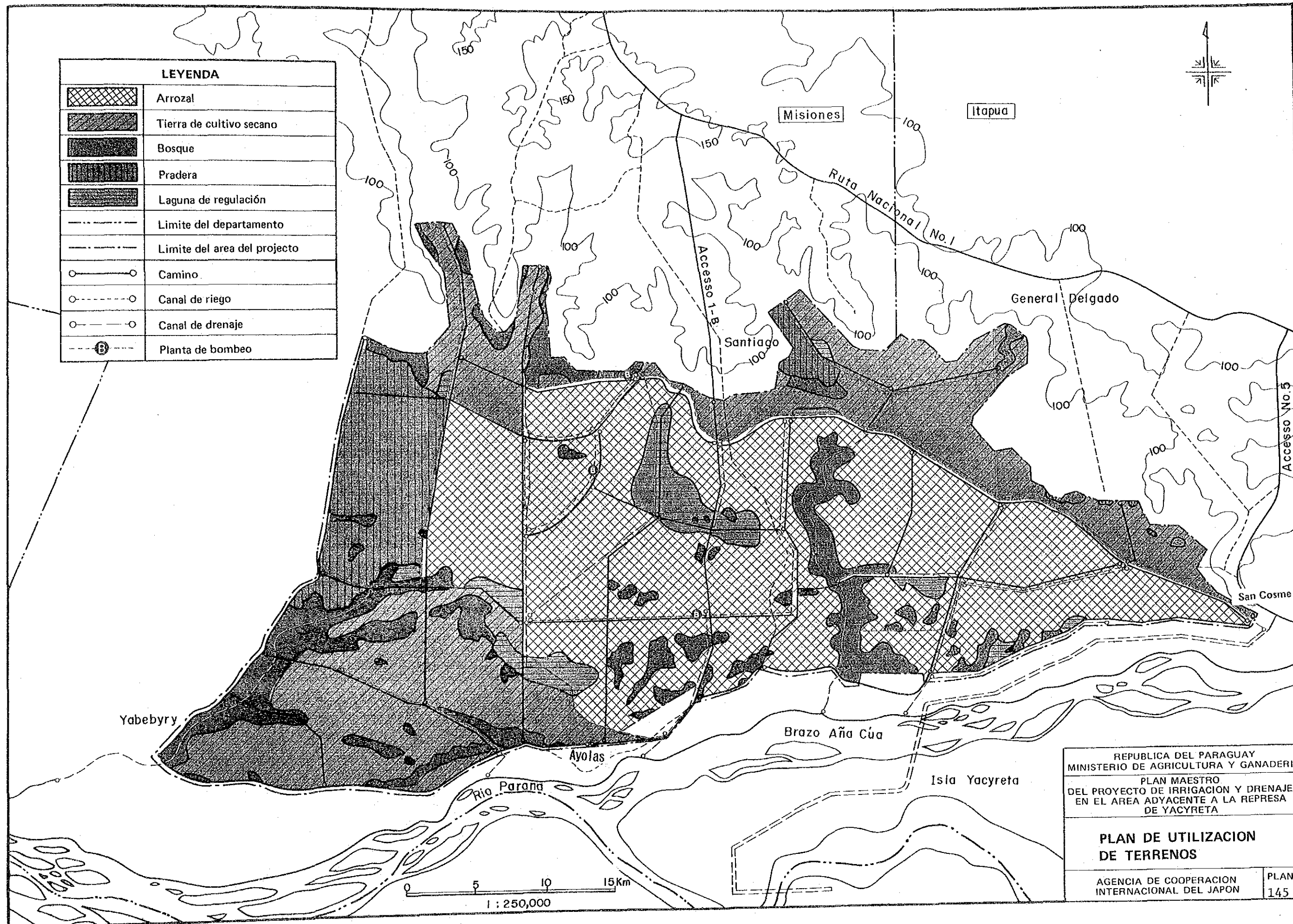
REPUBLICA DEL PARAGUAY MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA	
PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRADO DE LA AGRICULTURA EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA DE YACYRETA	
CLASIFICACION DE PRODUCTIVIDAD DE SUELOS (ARROZALES)	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	PLANO 141

LEYENDA	
✦	Aptitud grande
*	Aptitud un poco grande
+	Aptitud mediana
·	Aptitud pequeña



REPUBLICA DEL PARAGUAY MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA	
PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRADO DE LA AGRICULTURA EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA DE YACYRETA	
<b>CLASIFICACION DE                  PRODUCTIVIDAD DE SUELOS                  (TIERRAS DE CULTIVO SECANO)</b>	
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	PLANO 143

Fig. 5-16



LEYENDA	
	Arrozal
	Tierra de cultivo secoano
	Bosque
	Pradera
	Laguna de regulación
	Limite del departamento
	Limite del area del proyecto
	Camino
	Canal de riego
	Canal de drenaje
	Planta de bombeo

REPUBLICA DEL PARAGUAY  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA  
 PLAN MAESTRO  
 DEL PROYECTO DE IRRIGACION Y DRENAJE  
 EN EL AREA ADYACENTE A LA REPRESA  
 DE YACYRETA

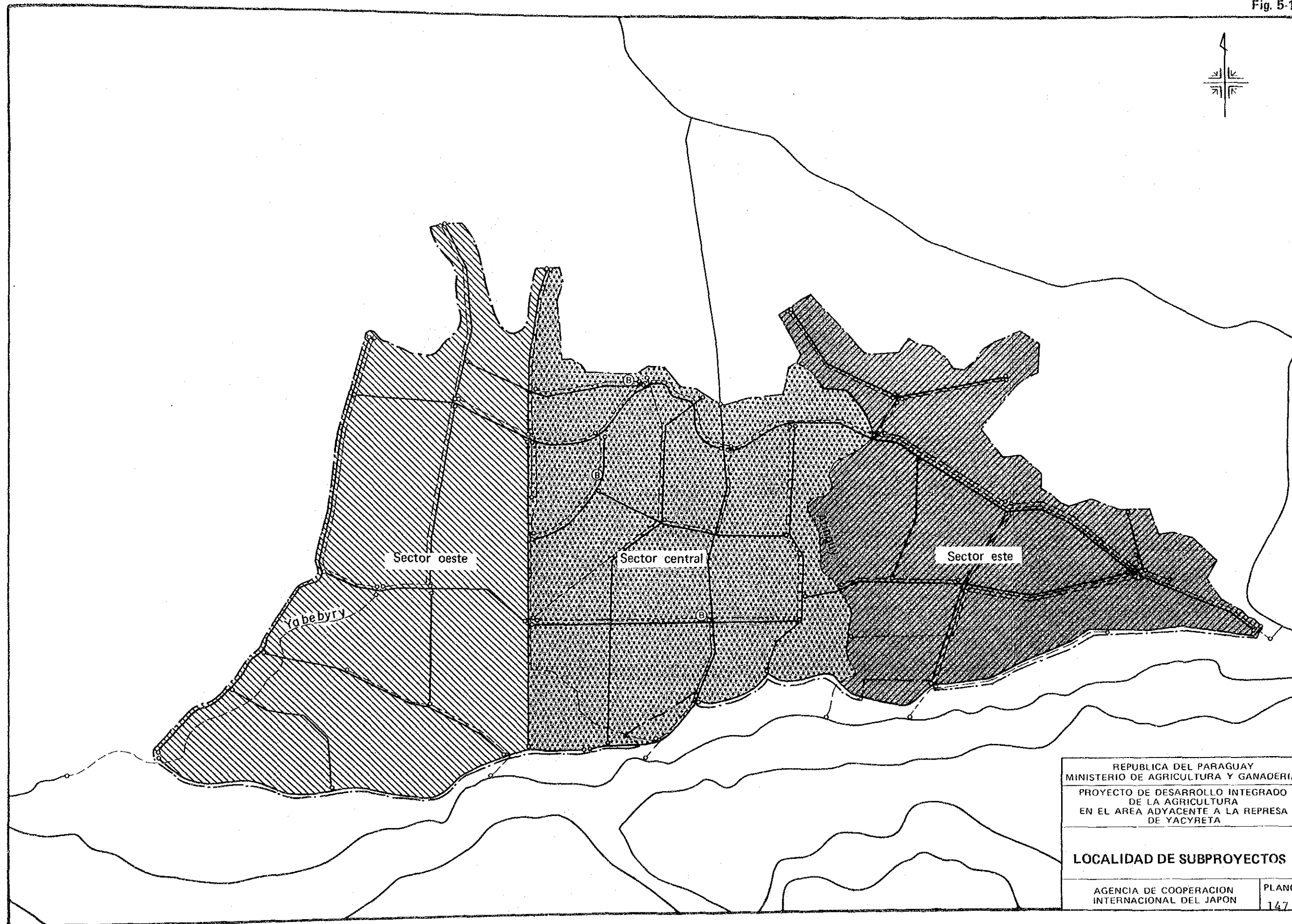
**PLAN DE UTILIZACION  
 DE TERRENOS**

AGENCIA DE COOPERACION  
 INTERNACIONAL DEL JAPON

PLANO  
 145

0 5 10 15 Km  
 1 : 250,000

Fig. 5-17







Cuadro 5-8 Resumen de los costos del proyecto (Subproyecto 1)

En millones de Gs

Año	Total						2			3		
	Moneda extranjera y moneda nacional	Moneda extranjera nacional	Total de moneda extranjera y nacional	Moneda extranjera nacional	Moneda extranjera nacional	Total de moneda extranjera y nacional	Moneda extranjera nacional	Moneda extranjera nacional	Total de moneda extranjera y nacional	Moneda extranjera nacional	Moneda extranjera nacional	Total de moneda extranjera y nacional
Costo de diseño detallado	47	35	82	47	35	82						
Costo de terreno	217	59	217		59	59	49		49	60		60
Costo de administración de obras	70	6	123	7	6	13	14	11	25	16	21	37
Costo de obras directas	3.274	262	5.710	320	262	582	641	512	1.153	743	987	1.730
Costos varios	819	66	1.429	80	66	146	160	128	288	186	247	433
Imprevisto	614	49	1.070	60	49	109	120	96	216	139	185	324
Costo de escalamiento de los precios	982	52	2.447	31	52	83	116	185	301	421	275	696
Costos del Proyecto (total)	5.806	529	11.078	545	529	1.074	1.051	981	2.032	1.565	1.715	3.280
Costo de administración y mantenimiento	4.824	0	8.631	0	0	0	5	4	9	13	16	29

Item	Nombre	Año				
		1	2	3	4	5
Obra preparatoria	Diseño detallado y preparación de documentos de licitación etc.					
	Licitación y su procedimiento	—				
	Expropiación de tierra	—				
Obra de construcción de parcelas	Arrozal					
	Tierra de cultivo seco					
Obra de movimiento de tierra	Camino troncal	—				
	Camino principal	—				
	Camino de control de parcela	—				
	Canal de riego troncal	—				
	Canal de riego principal		—			
	Canal de drenaje dren de interceptación	—				
	Canal de drenaje principal	—				
Obra de estructuras	Canal de drenaje Atinguy					
	Puente de camino	—				
	Puente de canal					
	Cruce de camino de canal ramal de drenaje					
	Cruce de camino de canal de riego ramal de obra de derivación					
	Cruce de camino de canal de riego principal de obra de derivación					
	Puerta de chequeo					
	Vertedero agua superficial					
	Vertedero					
	Canal de riego troncal de protección de talud del canal de riego	—				
Obra de pavimentación	Canal de riego principal de protección de talud del canal de riego					
	Camino troncal					—
	Camino principal					—

Fig. 5-18 Plan de ejecución

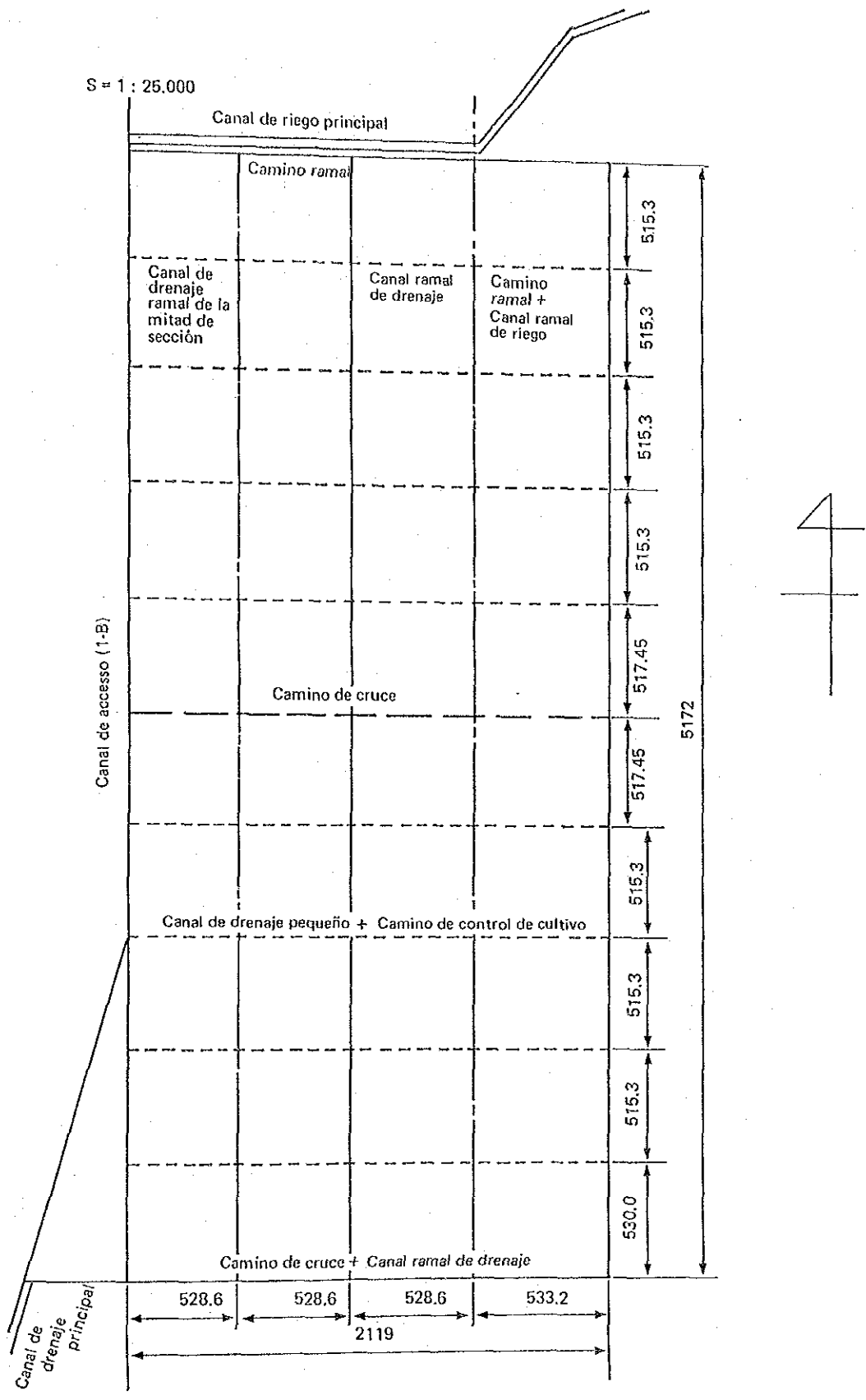


Fig. 5-19 Finca piloto

Cuadro 5-9 Resumen del costo de obras (Finca piloto)

Año	Totalidad			1			2			En millón de Gs		
	Moneda nacional y moneda extranjera			Moneda extranjera y la nacional			Moneda extranjera y la nacional			A partir del tercer año		
	Moneda extranjera	Moneda nacional	Total de la moneda extranjera y la nacional	Moneda extranjera	Moneda nacional	Total de la moneda extranjera y la nacional	Moneda extranjera	Moneda nacional	Total de la moneda extranjera y la nacional	Moneda extranjera	Moneda nacional	Total de la moneda extranjera y la nacional
Item												
Costo de diseño detallado	7	3	10	7	3	10						
Costo de terreno		9	9		9	9						
Costo de administración de obras	10	3	13	4	2	6			6	1	7	
Costo de obras directas	463	167	630	166	98	264			297	69	366	
Costos varios	116	42	158	42	25	67			74	17	91	
Costo de reserva	87	31	118	31	18	49			56	13	69	
Costo de reserva para los precios	69	39	108	15	16	31			54	23	77	
Costo de obras (total)	752	294	1.046	265	171	436			487	123	610	
Costo de administración y mantenimiento				0	0	0			2	1	3	
												12