

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

LA PROGRAMACION POR MEDIO DEL C. P. M.
APLICADA A LOS SISTEMAS DE RIEGO

T E S I S

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

OSCAR GUILLERMO ESPINOZA

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL



GUATEMALA, OCTUBRE DE 1968

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

N
08
T(28)

JUNTA DIRECTIVA
DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	ING. AMANDO VIDES T.
VOCAL PRIMERO	ING. OTRO BECKER M.
VOCAL SEGUNDO	ING. FRANCISCO UBIETO B.
VOCAL TERCERO	ING. LEONEL PINOT L.
VOCAL CUARTO	BR. ROLANDO LLOVERA
VOCAL QUINTO	BR. VICTOR H. GONZALEZ W.
SECRETARIO	ING. JORGE LAZO

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. AMANDO VIDES T.
VOCAL PRIMERO	ING. OTRO E. BECKER M.
EXAMINADOR	ING. MANUEL F. MUÑOZ P.
EXAMINADOR	ING. GUSTAVO CACERES A.
SECRETARIO	ING. JOSE A. MASSANET P.

OFREZCO ESTE TRABAJO

=====

A DIOS

A GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

A LA FACULTAD DE INGENIERIA

A LA DIVISION DE RECURSOS HIDRAULICOS

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO Y TRABAJO

DEDICO ESTE ACTO
=====

A mi Padre

ARTURO ESPINOZA M. (Q.E.P.D.)

A mi Madre

LASTHENIA v. DE ESPINOZA

A mis Hermanos

A mis parientes y amigos

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración mi trabajo de tesis, titulado:

LA PROGRAMACION POR MEDIO DEL C. P. M.
APLICADA A LOS SISTEMAS DE RIEGO

Tema que me fue asignado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería.

CONTENIDO

INTRODUCCION

CAPITULO I LOS METODOS MODERNOS DE PLANIFICACION, PROGRAMACION Y CONTROL Y SU FUNCIONAMIENTO.

CAPITULO II LOS SISTEMAS DE RIEGO, SU NECESIDAD E IMPORTANCIA.

CAPITULO III DESCRIPCION DE LOS EJEMPLOS A DESARROLLAR.

CAPITULO IV PROGRAMACION DE LOS TRABAJOS DE GABINETE.

CAPITULO V PROGRAMACION DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.

CAPITULO VI PROGRAMACION DE RECURSOS.

CAPITULO VII CONTROLES DIVERSOS.

CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como fin primordial el hacer que los trabajos que se llevan a cabo en Guatemala para habilitar zonas áridas o semi-áridas por medio del riego, se ejecuten en forma más técnica y de acuerdo con los adelantos que en materia de planificación y programación están en boga, por sus brillantes resultados.

No se pretende que este trabajo sea, la última palabra en la programación de los procesos que se analizan ni mucho menos que esté perfecto, pues la programación por ser dinámica, sufre a cada momento cambios más o menos grandes, además de los imponderables tan comunes en las obras de ingeniería. Pero sí se hizo con toda la dedicación y la experiencia prestada tan gentil y desinteresadamente por personas que colaboraron en la facilitación de datos y sugerencias que hicieron más real y mejor el trabajo.

Se presenta al principio una reseña histórica de los métodos modernos de planificación, programación y control, los cuales se describen y explican. La necesidad grande de riego que se tiene en Guatemala y la forma de resolverla por medio de sistemas completos de riego, es la parte central de este trabajo. En la parte final se programa la ejecución de los trabajos de gabinete de un proyecto y los trabajos de campo de otro, con lo cual se ha tratado de cubrir todas las fases de la construcción de los sistemas de riego. Como epílogo a este trabajo se ha presentado la forma en que deben ser controlados, abastecidos y financiados para lograr un éxito satisfactorio.

Se espera que este trabajo, sirva, ayude y faci-

lite a todo aquel que lo consulte, ya que bien va dirigido directamente a un trabajo particular, la construcción de sistemas de riego, se trató en todo de generalizar lo más que se pudiera para hacerlo aplicable a cualquier proceso de ingeniería.

CAPITULO I

LOS METODOS MODERNOS DE PLANIFICACION

PROGRAMACION Y CONTROL

Y SU FUNCIONAMIENTO

ACLARACION AL CONTENIDO DE ESTE CAPITULO

En este primer capítulo se expondrán de una manera muy somera, los métodos modernos de Planeación, Programación y Control, ya que el objeto de este trabajo es el de su aplicación a la construcción de los sistemas de riego y no el de analizarlos, pues ésto sería otro tema de tesis diferente. También se verá aquí las diferencias que existen entre unos métodos y otros. Inicialmente se hará una breve descripción histórica de su creación, desarrollo y difusión.

Es ésta la causa por la que no se debe buscar en este trabajo un estudio de los métodos, sino que más bien una aplicación práctica, como es la que se hará en la construcción de los Sistemas de Riego.

EFEMERIDES DE LOS METODOS MODERNOS DE PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL

- Antes de 1917. Listado de operaciones y resolución inmediata según se presentaba el problema. No eran métodos en sí, sino más bien experiencia y criterio.
1917. Primera Guerra Mundial. Henry L. Gantt crea el diagrama de barras que lleva su nombre. Aunque este no se puede clasificar como un método de los llamados modernos, sí se incluye aquí, por la repercusión que tuvo al ser el primer intento de programar en forma sistemática y lógica.
1957. Morgan Walker encabezado a un grupo de E. I. du Pont de Nemours & Co. Inc. y James Kelly,

crean el método de la Ruta Crítica (Critical Path Method C. P. M.)

1958. Se pone en práctica por primera vez el C. P. M. para la construcción de una fábrica química de la compañía Du Pont con resultados satisfactorios.
1958. Una comisión compuesta por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de los Estados Unidos, la Corporación Lockheed y la Oficina Consultora Booz, Allen, Hamilton de Chicago; crean y ponen en práctica con todo éxito un sistema de planeación y programación para el proyecto de construcción del proyectil balístico Polaris, el cual se componía de más de 70,000 actividades. A dicho método se le dió el nombre de Técnica de Evaluación y Análisis de Programas (Program Evaluation and Review Technique P. E. R. T.).
1959. Junio: Se publica por Mauchly Associates, el primer folleto sobre C. P. M. siendo sus autores Kelly y Walker, el cual llevaba el título de "Planeación y Programación con la Ruta Crítica" (Critical Path Planning and Scheduling).
1959. Noviembre: Se imparte en Estados Unidos el primer curso sobre el C. P. M. y su uso, estando orientado al uso de computadoras.
1959. Diciembre: Comienza a ponerse en práctica el C. P. M. comercialmente con la construcción del edificio CIL House de Montreal, Canadá de 33 pisos.
1961. Junio: Primeras conferencias y puestas en práctica en Europa.

1961. Se introduce en la América Latina.
1963. Lo aplica por primera vez en Guatemala la empresa constructora Delta, en la construcción de casas en serie.

LOS METODOS MODERNOS DE PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL

Los métodos modernos de planeación, programación y control, son sistemas de análisis creados para poder ordenar todas las actividades que intervienen en un proceso productivo, de una manera lógica y racional y que proporcionan suficientes elementos de juicio para poder escoger el proceso más conveniente en costo y tiempo.

El conocimiento de las fechas de iniciación y terminación de cada una de las actividades, permiten elaborar programas de recursos de mano de obra y materiales, de una manera exacta, lo cual no es posible con los métodos tradicionales. También muestran a que las actividades a las que hay que prestarles mayor atención ya que no pueden sufrir atrasos o adelantos, estas actividades forman el llamado Camino Crítico. Las actividades que no forman parte del camino crítico poseen un lapso de tiempo en que se puede iniciar su ejecución sin que se atrase la terminación del proceso, este lapso de tiempo se le llama "Holgura" y es usado para acondicionar la ejecución de la actividad en el tiempo que más convenga para hacer la utilización de los recursos disponibles de la manera más eficiente.

Al estar planeado y programado un proceso productivo por estos métodos, se pueden llevar a cabo con

suma facilidad los reajustes necesarios originados por la creación de nuevas actividades, por la mala estimación de los originales o por la anulación de las anteriores; cosa que en los antiguos sistemas era sumamente laboriosa, sino imposible.

Por otro lado el conocimiento de las fechas de iniciación y terminación de cada una de las actividades del proceso productivo, y el conocimiento de los recursos necesarios para su ejecución permiten efectuar un control más eficiente de la obra.

DIFERENCIAS ENTRE LOS SISTEMAS

C. P. M. y P. E. R. T.

Antes de entrar a conocer las diferencias existentes entre los sistemas, es necesario conocer algunas definiciones como:

Operación: Trabajo físico o mental por el cual se produce algo.

Actividad: Serie de una o varias operaciones que unidas en un orden dado dan un elemento de un proyecto.

Evento o

Suceso: Instante en que principia o finaliza una actividad.

Función: Unión de actividades de iguales características.

Proceso: Conjunto de actividades de diferentes características que forman el proyecto.

Objetivo: Lo que se trata de lograr con el proyecto a desarrollar,

Conocidas ya las anteriores definiciones, se enumeran las diferencias entre los dos métodos en cuestión.

1. - Estimación de la duración de las actividades:

En base a la experiencia y a datos obtenidos anteriormente se procede a calcular la duración de las diferentes actividades de la manera siguiente:

En el C. P. M. una sola estimación, la que a buen juicio sea más conveniente.

En el P. E. R. T. se hacen tres estimaciones las cuales son a saber, "a": tiempo más optimista de ejecución, "m": tiempo promedio y "b": tiempo pesimista. Obtenidas las tres estimaciones anteriores se aplica la fórmula de la duración más probable "t", la cual está basada en las leyes de la estadística donde se asume que "a" es el 100% probable de ejecución y "b" el 100% de no ejecución.

Matemáticamente está expresado por:

$$T = \frac{a+4m+b}{6}$$

La ventaja de hacer estas tres estimaciones es la de conocer la probabilidad de terminar el trabajo en un plazo fijado.

2. - Presentación Gráfica:

Esta en sí, no es una diferencia, pero la costumbre ha diferenciado que en el C. P. M. los eventos se representan por círculos y en el P. E. R. T. son las actividades las representadas por círculos.

Las anteriores, son las principales diferencias que existen entre los dos métodos y como se ve, no son diferencias de fondo, sino más que todo de método de estimación y de representación gráfica. En los primeros días de la creación de los métodos se aducía que el C. P. M. era el más indicado para trabajos de actividades completamente conocidas y el P. E. R. T. para programar los trabajos de investigación cuyas actividades eran inciertas.

Aplicando al C. P. M. las 3 estimaciones para la duración de las actividades, se puede lograr lo mismo que si se trabaja con el P. E. R. T. Es por esto que se ha llegado a decir que existe más diferencia entre programaciones hechas por personas diferentes usando el mismo sistema, que la que existe en programaciones hechas por los dos sistemas por la misma persona.

FUNCIONAMIENTO DE LOS METODOS

En esta parte se explicará de una manera sencilla y rápida el funcionamiento de los métodos. Esto se hará en forma resumida y por medio de pasos a seguir, siendo éstos los siguientes:

1er. Paso: Listado de Actividades

Conocido el proyecto a desarrollar, y las partes

de que consta, se hará un listado de actividades, el que se llevará a cabo en una forma muy general o escrupulosamente particular; según la importancia del proyecto y la seguridad que se quiera en un plazo de ejecución.

Se recomienda en todo caso, hacer primero una división general, que luego se subdividirá en otras más particulares; las que a su vez se volverán a subdividir las veces que sea necesario para alcanzar en las actividades la particularidad deseada.

2do. Paso: Clasificación de Precedencias

Con el listado hecho anteriormente se hará un estudio de las actividades que sean necesarias hacer primero, para poder iniciar otras.

Para llevar a cabo esta clasificación de precedencia se puede emplear cualquiera de las dos formas siguientes:

En forma de listado: Se hará una lista de las actividades y a la derecha de cada una se colocan las actividades que son necesarias que estén terminadas para que se pueda iniciar. Se recomienda numerarlas, para así en lugar de los nombres, que sería demasiado largo, se coloque su número.

En forma de Cuadro: En un cuadro que contenga igual número de filas que de columnas, se ponen las actividades en igual orden en las filas y las columnas, una en cada fila y columna. Hecho lo anterior se toma la actividad de la primera fila y se va analizando que actividad de las columnas le son antecedentes (previa a su ejecución); en las que resulten antecedentes, se coloca una marca. En igual forma se toman las otras filas hasta

llegar a la última. Como chequeo se hará el mismo análisis tomando las columnas y analizando las subsecuencias (posteriores a su ejecución) en las filas. En esta forma se ha obtenido un cuadro donde se tienen descritas las actividades que deben ejecutarse antes que otras.

3er. Paso: Cuantificación de duración de las Actividades

Este paso es el que requiere mayor experiencia y criterio, ya que en él se debe estimar el tiempo que se empleará para efectuar cada actividad.

En nuestro medio constituye un problema soluble solo aproximadamente, pues contamos con muy pocos o ningún dato de rendimientos de trabajo. Así también aquí se tendrá que tomar en cuenta la posibilidad que existe de contratiempos.

Cuando se habló de las diferencias entre el C. P. M. y el P. E. R. T., se mencionó las dos formas posibles de hacer la estimación, una con una sola estimación y la otra con 3, y de ella sacar un promedio en base a la estadística. Cualquiera de las dos formas las podemos aplicar a uno u otro método. R. L. Martino en su libro "Determinación de la Ruta Crítica" recomienda hacer solo una y tomar al final de todo el proceso productivo un cierto tiempo, al cual podríamos llamar "Actividad de Seguridad" para en ella absorber los contratiempos.

En resumen, este paso consistirá en dar un cierto valor de tiempo a cada actividad, valor que estará basado en la eficiencia y la cantidad de trabajo de que conste la actividad a cuantificar.

4to. Paso: Dibujo de la Red

Con el cuadro de precedencias hecho en el segundo paso, se procede a unir las actividades colocando adelante de cada una, las que le siguen inmediatamente. Se debe de tener sumo cuidado pues existen actividades que son antecedentes de unas pero no de otras, a causa de ésto es necesario auxiliarse de las actividades llamadas "Ficticias", las cuales se explicarán con ejemplos para su mejor comprensión.

Para construir la red, se procede de la siguiente forma: Se coloca primero la actividad que no tiene antecedentes, comunmente se da el caso que éstas sean varias por lo que para evitarnos varias actividades de inicio, se coloca una que se llamará "Actividades Preliminares" o bien "Tiempo de Iniciación", que cubra todos los trabajos que se deben hacer antes de poder empezar la obra,

Puesta ya esta actividad, se colocarán en su evento final, el evento inicial de todas las que no tengan más precedencia que ella. En igual forma se hará al final de éstas. Siguiendo en esta forma se colocarán todas, hasta llegar a la última. Se tendrá sumo cuidado en no colocar actividades que no son requisito, como que lo fueran. Para evitarlo se usarán las actividades ficticias, así también se emplearán para que dos o más actividades no tengan los mismos eventos iniciales y finales. El primer y segundo uso de las actividades ficticias se explica en las figuras adjuntas.

Fig. 1-1 Actividad ficticia para aclarar prerequisites.
Datos: A y B requisito de C
B requisito de D

En la figura 1-1 la de la izquierda indica que para iniciar "C" se necesita que estén terminadas "A" y "B". Lo mismo para iniciar "D", se necesita también que ambas estén terminadas, lo que no es cierto según el enunciado. No así en la figura de la derecha en la que se ve claramente que para iniciar "D" solo se necesita que se halle terminada "B", lo cual es lo correcto según el enunciado.

Fig. 2-1 Actividad Ficticia para aclarar numeración.

En la figura 2-1 lado izquierdo, las actividades "B" y "C" llevan los mismos números al inicio y al final, lo que hace que al nombrarlas por su numeración de lugar a confusión, pues ambas se nombrarán "Actividad 2-3". En el dibujo de la derecha se ve ya aclarada esta ambigüedad por medio de la "Actividad Ficticia 3-4".

5to. Paso: Determinación de Inicio y Fin de las Actividades

Hecha la red como se explicó anteriormente, se procede a encontrar los instantes en que se pueden iniciar y deben terminar las diferentes actividades, para lo cual se procede en la siguiente forma:

En el evento inicial de la primera actividad se coloca la fecha en que se iniciará la obra o bien el tiempo cero que dá margen a principiar la obra en cualquier tiempo. A este valor se le sumará el tiempo de duración de la actividad y este resultado se coloca en el

círculo que representa el evento final de la actividad, en el espacio que marca la iniciación más temprana posible.

Se recomienda usar un círculo, por su facilidad de construcción, para designar los eventos; el cual se divide en 3 espacios que representarán lo siguiente (Ver figura 3-1)

- X Este número identifica el evento.
- Y Fecha o tiempo de iniciación más temprana posible de las actividades que parten de este evento.
- Z Fecha o tiempo de terminación más tarde en que se puede finalizar las actividades que llegan a ese evento.

Colocando el sumando calculado anteriormente en su lugar, se pasa a hacer lo mismo con las actividades que parten de este evento; es decir, se suma a este número la duración de cada actividad y dicho resultado se coloca en el evento que marca el fin de la actividad. Cuando se dé el caso que a un mismo evento lleguen más de una flecha con número diferente, por ser evento final de varias actividades, se despreciarán los números menores y se colocará el mayor que a él llega.

Procediendo en esta forma se llegará al evento con que se termina la obra, y este número será el que indique el tiempo de duración total del proceso.

Queda en los círculos que marcan los eventos, un espacio libre en el cual anotaremos la fecha o tiempo más tardío en que se pueden terminar las actividades que a él lleguen.

La forma de determinar las fechas o tiempos más

tardíos en que se pueden terminar las actividades, es la siguiente: Del evento que representa el final del proceso, se toma el valor que indica la fecha o tiempo más temprano de iniciación o bien si este valor es menor al que se cuenta para terminar la obra se puede tomar éste. A este valor se le resta la duración de las actividades que a él llegan, y el resultado se colocará en el de el evento de inicio. Cuando se presente el caso que en un mismo evento concurren varios valores, se tomará el menor y se olvidará de los otros. En esta forma procedemos hasta llegar al primer evento de la red.

6to. Paso: Determinación de Holguras y del Camino Crítico

Se llama holguras a aquel espacio en el tiempo en el que podemos empezar o terminar una cierta actividad sin retardar en nada el proceso. Existen tres clases de holguras, las cuales son:

Holgura Total: Es el tiempo de que disponemos para empezar o terminar una actividad si las antecedentes se hacen lo más temprano posible y las subsecuentes lo más tarde que sea posible.

Representado en forma matemática será:

$H_t = L_j - E_i - D_{ij}$ donde:

H_t = Holgura total.

L_j = Iniciación más tarde de las subsecuentes.

E_i = Terminación más temprano de las antecedentes.

D_{ij} = Duración de la actividad.

Holgura Libre: Cuando las antecedentes y las subsecuentes finalizan y empiezan respectivamente lo más temprano posible, el tiempo en el que se puede jugar el in

cio o final de la actividad se llama Holgura Libre. Poniéndolo en igual forma que el anterior será:

- HI = $E_j - E_i - D_{ij}$ donde
- HI = Holgura libre.
- E_j = Iniciación más temprana de subsecuentes.
- E_i = Terminación más temprana de antecedentes.
- D_{ij} = Duración de la Actividad

Holgura Independiente: Cuando las antecedentes terminan lo más tarde y las subsecuentes empiezan lo más temprano que pueden, y aún así, el tiempo que queda es mayor que el que toma la actividad; se dice que hay holgura independiente, que expresada en igual forma que las anteriores es:

- H_i = $E_j - L_i - D_{ij}$ donde:
- H_i = Holgura Independiente.
- E_j = Iniciación más temprana de subsecuentes.
- L_i = Terminación más tarde de antecedentes.
- D_{ij} = Duración de la Actividad.

Conocidas ya las holguras, entramos a determinar el camino crítico en base al siguiente razonamiento: La existencia de holguras significan que hay un cierto tiempo extra para la ejecución de la actividad, y sabiendo que el camino crítico es aquel formado por las actividades que se deben comenzar y terminar en un cierto tiempo dado para no atrasar el proceso; se deduce: que el camino crítico pasará por aquellas actividades que posean una holgura igual a cero o sea que no tengan holgura. Luego para trazar el camino crítico uniremos las actividades consecutivas que posean holgura cero.

Trazado en la forma indicada anteriormente el

Camino Crítico, se puede, basados en la magnitud de las holguras, trazar otros caminos subcríticos a los cuales llamaremos de primero, segundo, tercero, etc. grado de criticabilidad. Los caminos así trazados serán de gran auxilio para distribuir recursos como se verá más adelante.

DIFERENCIAS Y VENTAJAS ENTRE LOS METODOS MODERNOS Y EL DIAGRAMA DE BARRAS DE GANTT.

Conocidos ya los dos métodos en cuestión Diagrama de Barras y la Ruta Crítica, salta a la vista aún del más profano la diferencia existente entre ambos, por lo que aquí solo se hará mención a las ventajas del segundo sobre el primero; ventajas que harán más palpables aún las diferencias existentes. He aquí pues las ventajas:

- 1o. La forma de determinar las actividades en el C. P. M. permite desmenuzarlas hasta las más elementales, con lo que se logra un análisis más exacto de dichas actividades.
- 2o. En base a la anterior ventaja es posible hacer estimaciones de costos más reales, con lo que se logra que al final del proceso la diferencia de lo estimado a lo real sea más pequeña.
- 3o. - Conociendo con mayor precisión el costo, se está más capacitado económicamente para apreciar los recursos que se necesitan y compararlos con los que se cuentan o se pueden adquirir.
- 4o. Así mismo permite el C. P. M. determinar cual es

el mejor programa para obtener los costos directos e indirectos que darán el costo total más conveniente.

- 5o. En caso que se tenga que retrasar algunas actividades, el C. P. M. nos muestra cuales son las actividades que pueden absorber este retraso, sin atrasar el proceso.
- 6o. Si el atraso comentado anteriormente fuera indispensable, aplicarlo en una de las actividades del camino crítico; rápidamente se podría obtener el atraso total, y a cuales actividades afectaría y a cuales no.
- 7o. Con base a lo anterior, se nota que el C. P. M. se presta para conservar sobre el proceso un constante control.
- 8o. La forma con que se construyen las redes del C. P. M. no da lugar a equivocarse en actividades que es necesario ejecutar antes de empezar otras.

Las anteriores, son sólo ventajas sobre el diagrama de Barras de Gantt, pero ésta también tiene su ventaja sobre el otro, y es la de su representación gráfica tan explicativa. El C. P. M. en vista de esto, toma del diagrama de Barras de Gantt, esa ventaja y la emplea como un resumen de su plan. Es decir que se planifica y programa según el método del C. P. M. y luego se representa en cuadro de Barras de Gantt, con lo que se obtiene un cuadro objetivamente claro además de programado lógico y técnicamente bien.

Es en esta forma como el C. P. M. se auxilia del diagrama de Barras de Gantt para su presentación al público.

CAPITULO II

LOS SISTEMAS DE RIEGO

SU NECESIDAD E IMPORTANCIA

LA REALIDAD NACIONAL Y LA NECESIDAD DEL RIEGO

Guatemala recibe sus mayores divisas de los productos de mercado internacional cuya procedencia es agraria, pero así también emplea el más alto porcentaje de su capacidad productiva en las labores del campo, labores que por sus arcaicos métodos distan mucho de tener una eficiencia, no digamos alta sino que aceptable, que compensen los recursos empleados con la producción obtenida.

Estos productos agrícolas de exportación, son fruto de reducidas zonas de la república donde la agricultura ha alcanzado un grado de mayor desarrollo que el resto, pero que aún no llega a poderse llamar técnica da, quedando el resto sino ociosa, con una producción que en la generalidad de los casos ni siquiera llega a ser de sub-sistencia.

Uno de los principales motivos por los cuales nuestra producción agrícola se encuentra en tal estado, es la dependencia que se tiene del ciclo hidrológico natural, que si bien somos llamados con toda razón "País de Eterna Primavera", en muchos de los casos las lluvias llegan con demasiada anticipación o lo que es peor con un atraso que ya representa la pérdida total de las cosechas.

El territorio nacional cuenta con aproximadamente 31,921.25 kilómetros cuadrados aptos para una agricultura intensiva las cuales en la actualidad no están explotados en lo más mínimo como debiera. Así mismo, año con año nuestros ríos vierten a los mares que nos rodean un volúmen del orden de los 200 mil millones de metros cúbicos, que se pueden considerar sin ningún aprovechamiento, ya que los que existen son una ínfima

parte de este volúmen.

Estos dos factores, suelo y agua, unidos en forma técnica y controlada pueden dar al país un nivel más alto de vida para sus habitantes, como resultado de la explotación de grandes extensiones de tierra de alto poder productivo. Pero para lograr esta unión, se necesita que los compagine en la forma más provechosa un tercer elemento, "el hombre".

Para lograr esta unión, el hombre ha ideado los sistemas de riego y/o avenamiento, que enseguida se entran a describir.

LOS PROYECTOS DE RIEGO

Los proyectos de riego se pueden definir en cualquiera de las dos formas siguientes:

1. - Obras hechas por el hombre para suplir las necesidades de agua que tiene el suelo cuando la naturaleza no es suficiente para satisfacerla como es deseado.
2. - Conjunto de elementos para llevar el agua de un lugar donde hay super abundancia a otro donde falte, ya sea ésto en el espacio o en el tiempo. En el espacio será llevarla de la fuente a la zona de cultivo que la necesite, y en el tiempo, entendemos cuando en una época de abundancia se almacena para suplir la necesidad de otra época de sequía.

Los sistemas de riego más comunes están formados básicamente de:

Captación: Este puede ser de un almacenamiento de aguas naturales o artificiales, de un río que solo se desvíe o bien de pozos o manantiales. En todos los casos, ésto se podrá llevar a cabo por la fuerza que la gravedad le dá al agua o por otras fuerzas que originen un bombeo.

Conducción: En la mayoría de los casos la fuente queda retirada de la zona a servir, por lo que se hace necesario el transportar el agua. Las obras necesarias para este fin, son las que forman la conducción. Generalmente en obras de riego la conducción se hace por medio de canales abiertos y en raros casos por tubería a presión, siendo estas ultimas más comunes cuando se ha hecho la captación por bombeo.

Distribución: Colocada ya el agua en la zona a servir debe distribuirse en las diferentes parcelas que se regarán, para lo cual los sistemas de riego se valen de una red de distribución es a base de tuberías a presión, pero para nuestro medio es económico solo para ciertas áreas pequeñas.

CONVENIENCIA DE PROGRAMAR LOS SISTEMAS DE RIEGO

Se pueden citar como razones principales por las que es recomendable el programar la construcción de los sistemas de riego las siguientes:

1. - Por ser obras sociales de urgencia nacional

Guatemala, como se ha dicho anteriormente, es una nación de las llamadas de economía netamente agrícola que por su gran explosión demográfica y su baja

producción se acerca, sino ha llegado ya a no producir ni siquiera lo necesario para su propio consumo. Es por ésto que se hace imperioso cambiar los rudimentarios métodos actuales de hacer producir la tierra, sujetos al ciclo hidrológico y como tal, a la incertidumbre de conseguir o no la cosecha que buenamente nos brinda la naturaleza.

La mejor forma de garantizar las cosechas y con ello la estabilización de la situación socio-económica del campesino, es por medio del riego. Riegos que deben llevarse a cabo en el menor período posible.

En la actualidad se cuenta con métodos para llevar a cabo obras con el mínimo de tiempo sin por ésto recargar los costos de ejecución, los que se hacen imperiosos de aplicar a los sistemas de riego para así lograr incorporar el máximo de hectáreas en el menor tiempo posible y dar un paso seguro a resolver el problema social y económico anteriormente expuesto.

Es éste pues el motivo de orden social por el cual es conveniente aplicar métodos de programación que aceleren la construcción de los sistemas de riego.

2. - Por constituir obras sumamente complejas.

Como fruto de la construcción de un sistema de riego, surgen inherentes a su ejecución una complejidad de problemas de orden social, económico y técnico que se deben de tener presentes para resolverlos de una manera económica y ventajosa.

La gran cantidad de elementos que intervienen en la construcción de los sistemas de riego y la forma en que ellos se entrelazan unos con otros, hacen que la me

por forma de resolverlos sea como en toda obra compleja, el analizarlos uno a uno y encontrarles soluciones individuales, para que con el conjunto de éstas se haga el esqueleto que dará la solución final.

La manera de desmenuzar dichos problemas, es por medio de la programación, la cual los presenta uno a uno y en una forma sistemática.

He aquí, la segunda razón por la cual se hace necesario aplicar la programación a la construcción de los sistemas de riego.

3. - Para encontrar los mínimos costos posibles.

Los sistemas de riego, aún los llamados de "Pequeña Irrigación", son obras de alto costo, por lo que se deben de agotar todos los medios al alcance, para lograr la mayor economía posible y obtener así el menor costo por hectárea regada, dando lugar con estas economías, a nuevos proyectos que beneficien a otros guatemaltecos.

Por medio de los sistemas de programación, se logra alcanzar los mínimos costos con la máxima eficiencia. Es por esto que al aplicar los métodos de programación a los sistemas de riego, se puede hacer un estudio de costos y de él tomar el de mejor aplicación al proyecto, obteniendo así menor precio por hectárea regada.

4. - Para emplear al máximo los recursos con que se cuenta

Al hablar en este punto de recursos, no se da a entender los recursos naturales con que cuenta Guatemala

la, sino los recursos humanos, monetarios, materiales, de equipo y de tiempo que posee la oficina encargada de llevar a cabo la irrigación en la República. Estos recursos son pequeños para la gran obra de riego que debe llevarse a cabo. Por lo que si se quiere llevar a la nación a un lugar mejor en economía, como resultado de una gran cantidad de hectáreas regadas en un plazo corto, se debe de tratar de aprovechar completamente estos escasos recursos. La mejor forma de obtener el máximo provecho, será por medio de un trabajo programado que los haga producir a pasos acelerados.

En resumen se puede decir: que la necesidad imperiosa del riego y los escasos recursos existentes, es lo que obliga a recomendar la programación para la construcción de los sistemas de riego.

5. - Para obtener la mayor eficiencia de la Administración Pública.

Por todos es reconocida la poca eficiencia de la administración pública, deficiencia de la cual ninguno se hace responsable y que todos se achacan entre sí, pero que en la mayoría de los casos, el culpable no es ninguno en particular, sino que nuestros arcaicos sistemas de organización, trabajo y control, en el que son pocos sobre quienes recae la responsabilidad del trabajo en si y de su terminación a tiempo.

Al aplicar la programación, se logra de una manera sencilla que cada persona tenga un trabajo específico a desarrollar en un tiempo determinado, recallendo sobre ella directamente la responsabilidad de la terminación a tiempo de la labor encomendada, en esta forma se obtiene de cada empleado su eficiencia para el trabajo y la responsabilidad que da a su labor.

Personas escépticas pensarán que su aplicación a la administración pública guatemalteca es un plan utópico, pero se cuenta ya con los buenos resultados obtenidos en otras dependencias públicas, donde se han aplicado y con la seguridad de su buen funcionamiento para los proyectos en cuestión.

Con una programación se previenen los problemas disponiéndose de suficiente tiempo para hacer las decisiones para resolverlos en la fecha prevista. Así por ejemplo, se dice que en las obras del estado no se puede cumplir un programa porque es muy tardado el trámite para la compra de materiales. Con una programación se toma en cuenta el largo trámite para la compra de materiales y no como sucede actualmente que se piden los materiales cuando ya se van a necesitar.

Blaam

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LOS EJEMPLOS A DESARROLLAR

RAZONES POR LAS QUE SE SELECCIONARON
LOS EJEMPLOS

En el transcurso del año de 1964, la División de Recursos Hidráulicos del Ministerio de Agricultura, llevó a cabo los estudios preliminares de las dos cuencas hidrográficas fronterizas de la vertiente del pacífico, Río Paz y Río Suchiate. En estos estudios se recomendaba entre otras cosas, varias zonas de posible explotación agrícola intensiva con base al riego. Dos de estas zonas son las que se han tomado como ejemplos de este trabajo ya que se tiene la facilidad de contar con los archivos de la División antes mencionada para consultar todos los datos, planos, estadísticas y actividades que forman estos proyectos.

Además de la razón anterior, de contar con todos los datos en archivos accesibles, la selección de estos proyectos presenta la ventaja de que serán llevados a ejecución próximamente, dando a un corto plazo la comprobación de su efectividad en la práctica, cosa de suma importancia pues se tiene planeado que éstos sean la fuente de experiencias de otras programaciones aplicadas a proyectos de riego que se ejecuten en el futuro.

Así mismo se consideraron estos proyectos por ser típicos en tamaño, ejecución y costo de los que formarán el nuevo plan de irrigación en Guatemala.

El primer ejemplo que se presenta es un área donde se han hecho todos los estudios preliminares necesarios para llevar a cabo un proyecto definitivo de riego; no así el segundo que se encuentra completamente terminado en espera únicamente de ser construido.

DESCRIPCION DEL PROYECTO AL CUAL SE LE
PROGRAMARA SU TRABAJO DE GABINETE
"ANTE PROYECTO DE RIEGO NICA."

En lo que consisten los estudios preliminares.

Como un intento de evaluar los recursos naturales que posee la república, se procedió al estudio integral de las cuencas hidrográficas para tener así conocimiento de todos los aspectos que pudieran hacer posible construir las obras de infraestructura, necesarios para el desarrollo de regiones completas. Estos estudios, en lo que a riego se refiere, delimitaron zonas que por la clase de suelo, la topografía y las fuentes de agua eran de recomendable prioridad para su ejecución, las zonas recomendadas fueron descritas a grandes rasgos en los aspectos económicos, agrarios y de servicios, para que luego al evaluarlas todas en conjunto se procediera, en base a las necesidades, a estudios más detallados de las seleccionadas.

En estos estudios preliminares, se dan los datos necesarios para hacer los levantamientos topográficos de las zonas y en base a ellos trazar los sistemas definitivos. Así también, recomienda las posibles soluciones para la captación, conducción y distribución del agua y la cantidad aproximada que necesitará cada hectárea servida.

Al analizar todos los informes de cuencas hidrográficas estudiadas, se escogió entre muchas la zona que a continuación se describe.

Zona seleccionada como ejemplo:

La meseta al sur del pueblo de NICA, que fuera llamada para su identificación como "Ante-Proyecto de riego del núcleo de Nica" y que cubre una extensión de aproximadamente 625 hectáreas, fué tomada como ejemplo en este estudio, pues ella presenta características típicas de cualquier proyecto de riego en Guatemala. La tierra, según datos preliminares, y la topografía hacen de este núcleo un anteproyecto que puede llevarse a ejecución si los datos que se obtengan en los estudios de tallados le son favorables.

Las características de la zona son:

Localización: El área que cubre la red de riego tiene como límites los accidentes naturales que inmediatamente se describen: Al oriente y sur los ríos Nica y Cabuz, al poniente las laderas del río Suchiate surcadas por un sin número de quebradas pequeñas, que hacen que estas sean un terreno muy erosionable; en el norte el límite son las tierras que forman la población de Nica. Malacatán, del Departamento de San Marcos, es el municipio al cual pertenecen políticamente estas tierras, su posición geográfica es de $14^{\circ} 50'$ latitud norte y $92^{\circ} 10'$ longitud oeste. El límite de riego del lado occidental queda aproximadamente 2 kms. de la línea internacional entre Guatemala y México.

Descripción física del Valle: La meseta en estudio comprende una franja de aproximadamente un kilómetro de ancho que se extiende desde el sur de la aldea Nica por unos 6 kms. hacia el sur, dando en total un área de 625 hectáreas, que por varios accidentes se ha reducido a 600 aprovechables. Su altura sobre el nivel del

mar es de aproximadamente 100 metros. Por los datos obtenidos en los estudios preliminares, la zona posee una temperatura y humedad que unidas a un buen sistema de riego y a una supervisión especializada, podría llegar a producir hasta 3 cosechas al año, lo cual hoy por hoy es imposible por la mala distribución de las lluvias. Los datos de producción forman parte integral de toda la cuenca, por lo que se hará necesario el levantamiento catastral y censo socio-económico de la zona, para así en base a datos más concretos, evaluar la prioridad de su ejecución.

Los pobladores de la zona carecen, como en casi todo el territorio nacional, de los más elementales servicios, como ejemplo citemos sus comunicaciones con el resto de la República que se desarrolla por dos veredas intransitables en la época lluviosa a causa de la imposibilidad de cruzar los vados que en ellas existen.

Forma en que se propone el sistema de riego:

La fuente de agua se ha planeado que sea el río Suchiate del cual se captarán por medio de una toma directa 600 litros por segundo, cantidad que se ha estimado suficiente para cubrir la demanda de la tierra. Esta toma queda alejada de la zona de riego no más de 2.6 Kms. por lo que se hace necesario construir un canal con la capacidad antes apuntada y la longitud necesaria. Este canal al llegar a la zona de riego comenzará a regar de poniente a oriente, drenando los terrenos por su pendiente natural hacia el río Cabuz o Ixbén, de allí sigue por la parte más alta del valle hasta alcanzar el fin del proyecto. Para evitar que el canal en todo su recorrido sea capaz de transportar todo el caudal, se construirán vertedores de excesos que descargarán en

quebradas que atraviesa. De este canal partirán los se cundarios que la topografía indique que son necesarios. Los estudios preliminares indicaron que el canal en todo su recorrido lo hace sobre la ladera de pendiente suave, por lo que los trabajos de topografía serán de orden fácil así como luego la construcción.

Se contemplaba en este ante-proyecto, la construcción de un embalse sobre el río Nica, cuyo fin primordial es la crianza de peces y la recreación, pero por constituir una fuerte inversión que no compensa en lo más mínimo el beneficio, se ha abandonado completamente.

Trabajos necesarios a efectuar:

Para hacer de este ante-proyecto un proyecto - completamente terminado, se necesitan efectuar los siguientes trabajos:

- a. - Un detallado estudio cualitativo y cuantitativo de la fuente de agua y del suelo.
- b. - Un análisis de la tenencia de la tierra y la pro ducción.
- c. - Si los estudios anteriores fueran favorables, hacer el levantamiento de las franjas de terrenos que contendrán los canales principales.
- d. - Levantamiento topográfico con detalles de la zona a servir.
- e. - Levantamiento de las áreas de posible captación, con niveles de crecientes, aguas normales y de es tiaje.

- f. - Diseño, trazo y cálculo de los canales.
- g. - Cálculo y diseño de las obras de captación
- h. - Cálculo y diseño de las obras de arte que pudieran existir.
- i. - Determinación de cantidad de mano de obra a emplear en la construcción y los materiales a usar para determinar costos.
- j. - Planos y cuadros definitivos así como el informe final y su presentación.

DESCRIPCION DEL PROYECTO AL CUAL
SE LE PROGRAMARA LA CONSTRUCCION
"PROYECTO DE RIEGO EL TEMPISQUE"

Los estudios y soluciones presentados para el riego de las tierras llamadas "El Tempisque" y "Las Pilas" del valle formado en la confluencia de los ríos Paz y Pululá, pertenecientes políticamente a los municipios de Comapa y Jalpatagua, del Departamento de Jutiapa, son los que forman este proyecto.

Las características de estas zonas son las siguientes:

Localización: Geográficamente está localizada el en meridiano $89^{\circ} 53'$ oeste a una latitud norte de $14^{\circ} 04'$

Fisiografía: El valle se encuentra a una altura promedio sobre el nivel del mar de 350 metros, rodeado en casi su totalidad de montañas, cruzado por varias quebradas y pequeños cerros, que hacen que se diferencien 5 zo-

nas distintas pero de iguales características, que llevan los nombres de El Tempisque, Las Iguanas, Las Pilas, El Tamarindo y El Espinal. Estas zonas hacen un total de 1006.23 hectáreas, siendo 457.02 las topográficamente aptas para riego.

Clima: Los datos para su obtención fueron registrados en la estación de Jalpatagua a 14 kms. del valle. La temperatura fluctúa entre los promedios de un máximo de 29.2°C y un mínimo de 21.5°C que dan un promedio anual de 27.4°C. La precipitación pluvial es deficiente ya que tiene veranos largos y secos no así los inviernos que son cortos y de un promedio de 1269 mm. de lluvia anual. Comunmente los vientos soplan de norte o noreste, con velocidades que se han calculado alcanzan el máximo de 60 Kms. por hora. Los factores humedad y horas luz unidos a los otros, dan lugar a que se logre de 2 a 3 cosechas al año en el valle, si se cuenta con el riego.

Suelos: Los suelos son depósitos aluviales formados por los ríos Paz y Pululá, de espesor profundo y textura media con drenaje interno bueno. Existen pocas pequeñas áreas arcillosas pero no son de consideración.

Fuentes de Agua: El valle cuenta con 4 fuentes de agua, las cuales tienen las siguientes características:

a. - Río Paz Por su posición solo podría ser usado por bombeo, además tiene el inconveniente de ser límite internacional. Su caudal de estiaje es suficiente para la demanda de la zona.

b. - Río Pululá Puede ser usado por gravedad o bombeo según el lugar en que se coloque

la captación. La calidad del agua como la anterior es buena, siendo su caudal de estiaje (625 litros por segundo) suficiente para cubrir la zona de riego.

c. - Quebradas de invierno Son solo de invierno por lo que se haría necesario la construcción de depósitos. Su caudal es suficiente.

d. - Agua Subterránea la napa se encuentra a una profundidad de 10 metros como promedio. Se desconoce su caudal, pero solo podría ser usada por bombeo. El agua tiene una calidad aceptable, según lo mostraron los 5 pozos que existen actualmente para uso doméstico.

Aspecto Agropecuario Actual: De las 457.02 hectáreas aptas para la agricultura se cultivan actualmente - 326.80 en forma rudimentaria con productos de subsistencia. El aspecto ganadero se reduce a unas cuantas vacas que dan escasos 780 litros por día que son consumidos por los propios vecinos del lugar.

Tenencia de la tierra: Esta se encuentra bien repartida entre las 281 familias del valle, en parcelas que varían entre 1 y 70 hectáreas. Existen además 3 fincas mayores, una de las cuales pertenece a la municipalidad de Comapa que la da en arrendamiento a más de 30 campesinos.

Vías de Comunicación Actuales: Un camino de verano de 1.6 Kms. separa el centro del valle de la carretera

internacional C. A. 8. Este camino tiene la posibilidad de ser mejorado a muy bajo costo.

Servicios Existentes Actualmente: El valle carece de los más elementales servicios como son el agua potable, los drenajes, escuelas, correos, etc. Se espera que al levantar el nivel de vida de los habitantes, como fruto de una mayor producción, se creará la necesidad de los servicios, los cuales serán satisfechos en gran parte por los mismos pobladores.

Proyecto de riego a construir: El área de riego es de 457 hectáreas que comprenden las zonas del Tempisque y las Pilas y forman las mejores tierras del valle por su topografía y clase de suelo. Se necesitarán derivar del río Pulula 500 litros por segundo para suplir las necesidades de riego de la tierra.

Las obras a construir para tener este sistema de riego en funcionamiento son las siguientes:

1. - Obras Preliminares

1-1 Camino de Acceso: Habilitar al tránsito de vehículos en todo tiempo, el camino de acceso de aproximadamente 1.6 km. que luego servirá para dar salida a los productos de la zona.

1-2 Construcciones Transitorias: Estas construcciones serán necesarias para localizar allí el centro de operaciones del proyecto, así como para bodega de los materiales y herramientas que se emplearán.

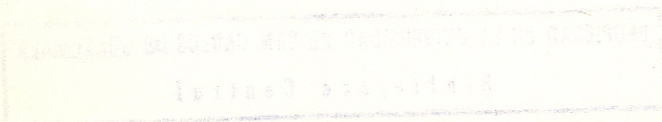
PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

2. - Obras de Captación

- 2-1 Vertedor de Excesos: Construído para ser capaz de verter la creciente máxima del río que se ha calculado de 312 metros cúbicos por segundo. Su función será elevar el tirante del río de la cota 100 a la 101 para poder derivar a la bocatoma el agua requerida. La altura de los cimientos a la cresta, es de 2.50 mts., su ancho de 2.55 y su largo de 40.00 mts.
- 2-2 Disipador de Energía: Es necesario construirlo para absorber la energía obtenida por la sobre elevación anterior. Sus características son: largo 15.50 mts. ancho 40.00 mts y grueso 0.50. mts.
- 2-3 Bocatoma: Del tipo de compuertas deslizantes y llevará en sí una cámara de limpieza del agua que entra al canal. Estará formada por tres compuertas para la limpieza y una para la toma propiamente dicha.
- 2-4 Obras de Protección: El río, en crecientes máximas llega a alcanzar la cota 103 por lo que se hace necesario la construcción de muros que protejan las instalaciones anteriores. La altura de estos muros es de 4.00 mts. y su longitud total de 175.00 mts.

3. - Obras de Conducción

Estas obras serán todas revestidas de concreto y son las siguientes:



- 3-1 Canal Muerto: Parte de la bocatoma en la estación 0+000,00 y llega a la estación 0+010,00 con sección rectangular de 1,00 por 1,00 mts., de allí sigue hasta la estación 0+231,50 con sección trapezoidal de 0,80 mts. de base, 0,67 mts. de tirante y taludes 1:1. Está diseñado para transportar 0,50 metros cúbicos por segundo.
- 3-2 Canal Sur: La estación 0+000 de este canal corresponde a la estación 0+231,50 del muerto y su caudal es de 0,10 mts. cúbicos por segundo. Al llegar a la rivera del río Pululá en la estación 0+018,90 descarga en una caja de 0,80 metros de profundidad, 2,00 metros de largo y 1,00 de ancho, la cual servirá para dar salida al sifón que cruza el río. Este sifón será construido con tubos de cemento de 10 pulgadas de diámetro, siendo su longitud de 46,80 metros y su pérdida de 1,236 metros (100,940 cota de entrada; 99,704 cota de salida). En las estaciones 0+090; 0+290 y 0+380 están localizadas caídas de 1,50, 1,00, 1,00 metros respectivamente. La sección de este canal es trapezoidal de taludes 1:1 con 0,50 mts. de plantilla por 0,34 mts. de tirante, hasta alcanzar un vertedor que la hace cambiar de 0,40 mts. de plantilla con el mismo tirante, siendo su caudal de este punto de 0,06 mts. cúbicos por segundo. La localización del vertedor es la estación 1+520. Al final del canal descarga en una quebrada, habiendo recorrido en total una longitud de 3,74 kilómetros.
- 3-3 Canal Central: Este canal como el sur, parte

de la estación 0+231.50 del muerto. En la estación 1+394.69 sale el canal Norte cambiando el caudal y la sección de 0.37 metros cúbicos por segundo a 0.209 metros cúbicos por segundo y la base de 0.70 a 0.60 metros, ambos con taludes de 1:1, el tirante jugará entre varios valores a causa de cambios de pendiente. En su recorrido total de 3+832.50 metros necesita de nueve puentes pequeños y de tres tuberías de drenaje, así como dos caídas que se localizan en las estaciones 1+480.00 y 5+100.00 de 1.80 metros y 0.40 metros respectivamente.

3-4 Canal Norte: Su capacidad de diseño es de 0.161 metros cúbicos por segundo y parte de la estación 1+394.67 del canal central, con un recorrido total de 4,519.00 metros, La sección es de forma trapezoidal constante de 0.60 metros de base y 0.35 metros de tirante con taludes 1:1.

4. - Red de Distribución

Para servir a la zona se construirán además de los anteriores canales descritos, otros seis secundarios, de los que partirán 50 canales terciarios, de secciones variables dependiendo de su caudal y pendiente.

CAPITULO IV

PROGRAMACION DE LOS TRABAJOS DE GABINETE

Blaom

SALVEDAD PARA OTRAS PROGRAMACIONES

En la presente programación se han dividido las actividades en una forma que satisface en términos generales el proceso que se estudia, para futuras programaciones de este tipo la división deberá ser de acuerdo a las características y magnitud de las funciones que compongan el nuevo proceso.

La programación presente como toda obra dinámica, está sujeta a cambios los cuales se llevarán a cabo en el transcurso de su ejecución si así lo obliga los adelantos o atrasos que puedan ocurrir, éstos deberán ser llevados a cabo en base al control de avance de los trabajos, lo cual se efectuará como se aplica más adelante en el capítulo VII.

Los dos motivos anteriores, diferentes características y magnitudes de funciones y atrasos y/o adelantos de actividades hacen que esta programación deba ser considerada como una guía flexible y no como una norma rígida para programaciones futuras.

El proyecto siguiente forma parte de los trabajos que la División de Recursos Hidráulicos ha planeado efectuar en el plazo de seis meses (132 días hábiles) con el personal siguiente: Un Ingeniero encargado, un calculista, un equipo de dibujo compuesto por 4 personas, una cuadrilla de Topografía y la cooperación necesaria del laboratorio de suelos, la sección de catastro y la sección administrativa de la División antes mencionada.

DESCRIPCION, OBJETO Y DIVISION DE LAS ACTIVIDADES

Un proyecto de riego cualquiera, puede ser dividido en la mayoría de los casos, en las siguientes par-

tes, las que a su vez se subdividen en otras que para el presente caso forman las "actividades".

Estudios Preliminares

Comprenderá toda la recolección de datos e información existente, su estudio y evaluación; la formación y selección del equipo humano y técnico con que se contará. Se dividirá en la siguiente forma:

1. - Estudios preliminares en sí.
2. - Recopilación de información existente.
3. - Estudio de los datos e información.
4. - Visita al campo.

"Los estudios preliminares en sí" se encuentran efectuados por lo que serán tomados como Tiempo de Iniciación y su duración la podremos tomar como nula. "La recopilación de información existente" consistirá además de lo que indica su nombre, en la formación del equipo de trabajo. El punto tres no necesita explicación en lo que consiste, por lo que pasamos al punto siguiente, "Visita al campo" que será donde las cuadrillas de topografía, toma muestras y catastro ejecute su trabajo.

Estudios Catastrales

Estos estudios tienen por objeto el conocer la situación de la tenencia de la tierra, su producción y clase de cultivo. Las actividades que lo forman no necesitan explicación ya que su nombre indica perfectamente el trabajo a hacer. Las actividades son:

5. - Estudios aereofotogramétricos de propiedades.
6. - Chequeo en el campo de las propiedades

7. - Encuesta agroeconómica y censo.
8. - Cálculos varios (producción, propiedad, población, etc.)
9. - Dibujo de gráficos y presentación de Catastro.

Estudios Agronómicos:

El fin de éstos es el de dar el factor de agua necesaria para la clase de suelos a regar en base a los análisis de las muestras de suelos y agua y de los resultados del estudio del clima de la zona y de los cultivos recomendados.

La forma en que fué dividida para esta programación es la siguiente:

10. - Recolecta de muestras de suelo y agua.
11. - Análisis de muestras de suelo y agua.
12. - Cálculos hidrológicos y climáticos.
13. - Cálculos del requerimiento de agua.

Diseño de Captación

El objeto de ésta será el de diseñar hidráulicamente y estructuralmente las obras de captación, para lo cual será necesario contar con un plano topográfico del área. El cual será hecho en base a un levantamiento topográfico previo. El diseño debe ser completado con los dibujos necesarios y el cálculo de materiales, mano de obra y equipo que se necesitará en su ejecución. Las actividades que lo componen son:

14. - Levantamiento topográfico del área de captación.
15. - Dibujo topográfico del área de captación.
16. - Diseños de las obras de captación.
17. - Dibujos de las obras de captación.
18. - Cálculo de materiales y mano de obra de las obras de captación.

Diseño de Conducción

En el presente proyecto como en la mayoría de los casos, la zona a servir queda retirada de la fuente por lo que será necesario construir un canal de conducción, el cual se diseñará siguiendo los pasos siguientes:

19. - Levantamiento topográfico de la conducción, Primera parte.
20. - Levantamiento topográfico de la conducción, Segunda parte.
21. - Dibujo topográfico de la conducción, Primera Parte.
22. - Dibujo topográfico de la conducción, Segunda Parte.
23. - Diseño de la conducción.
24. - Replanteo en el campo de la conducción.
25. - Ajustes y cambios en la conducción.
26. - Hojas finales de conducción
27. - Cálculo de materiales y mano de obra de la conducción.

Diseño de la red de servicio

Las actividades que se llevarán a cabo son:

28. - Levantamiento aereofotogramétrico de la zona a servir, Primera Parte.
29. - Levantamiento aereofotogramétrico de la zona a servir, Segunda parte.
30. - Diseño de red de riego y drenaje, primera parte.
31. - Diseño de red de riego y drenaje, segunda parte.
32. - Replanteo en el campo, primera parte.
33. - Replanteo en el campo, segunda parte.
34. - Ajustes y cambios, primera parte
35. - Ajustes y cambios, segunda parte.
36. - Hojas finales del área a servir, primera parte.
37. - Hojas finales del área a servir, segunda parte.

38. - Colocación de referencias en el campo.
39. - Cálculo de materiales y mano de obra, primera parte.
40. - Cálculo de materiales y mano de obra, segunda parte.

La actividad llamada "Levantamiento aereofotogramétrico de la zona a servir", consistirá en la obtención de planos con el máximo de detalles y con curvas de nivel a no menos de metro en metro y será ejecutada por contrato con oficinas dedicadas a esos trabajos, motivo por el cual no absorberá personal del proyecto. Obtenido ya el plano de la zona se entrará inmediatamente a "El diseño de la red de riego y drenaje" que comprenderá su trazo y sus obras de arte. "El replanteo en el campo" será necesario llevarlo a cabo para así tener un control real del diseño de la red y salvar los posibles errores que se pudieron cometer en el gabinete. Al haber hecho este replanteo pudo ocasionarse uno o varios cambios de trazo o rasante, los cuales deben ser corregidos, por lo que será necesario crear una función extra que llamaremos "Ajustes y cambios". Las otras actividades que componen esta función no necesitan explicación por lo que pasamos inmediatamente a la función siguiente que es:

Preparación y Presentación del Proyecto

Las actividades de esta función son claras y sencillas por lo que solo se enumeran.

41. - Cálculo de costos totales del proyecto.
42. - Preparación del informe general.
43. - Preparación del Informe final.
44. - Revisión y aprobación del proyecto.
45. - Impresión del informe
46. - Entrega del informe terminado.

CUANTIFICACION, PERSONAL, PRECEDENCIAS Y SUBSECUENCIAS DE LAS ACTIVIDADES

Efectuada la enumeración anterior y explicadas las principales actividades, se entra inmediatamente a efectuar la tabla de cuantificación, personal y secuencias inmediatas de las mismas.

Esta tabla se hizo en forma de listado por creerse que es la más conveniente de las dos formas existentes explicadas en el capítulo I.

La duración o cuantificación de las diversas actividades así como las secuencias inmediatas fueron hechas en base a la experiencia de diversas personas, jefes, encargados y trabajadores que laboran en la División de Recursos Hidráulicos del Ministerio de Agricultura.

La tabla 1-IV muestra las actividades identificadas con un número que es el correspondiente al orden en que fueron enumeradas anteriormente.

DIBUJO DE LA RED

La red mostrada en la hoja 1-IV fué construída en base al listado de precedencias y cuantificación anterior y siguiendo los pasos expuestos en el capítulo I.

Se recomienda al construir la red, colocar los eventos en columnas pero siempre con el cuidado que todo evento final de cualquier actividad quede en la columna siguiente, o si fuere necesario varias columnas adelante, con esto se logra que todas las actividades vayan de izquierda a derecha. Para la numeración de los eventos se iniciará con el evento de la parte su-

perior de la primera columna de la izquierda, siguiendo luego de arriba hacia abajo, de las columnas de la izquierda hacia las de la derecha. Procediendo de esta forma se ha logrado que toda actividad tenga números de eventos mayores que los de las actividades precedentes.

CALCULO DE HOLGURAS Y GRADO DE CRITICABILIDAD

De la red se obtienen los datos siguientes: eventos iniciales (i) y finales (j), fechas más tempranas y más tardías de inicio y fin; las cuales tabuladas con la duración y en base de las fórmulas expuestas en el capítulo I dan lugar a calcular las holguras totales, libres e independientes, así como el grado de criticabilidad tal como lo muestra la tabla 2-IV.

DIAGRAMA DE BARRAS

El diagrama mostrado en la hoja 2-IV es la representación en forma de barras de la red y de la tabla de holguras. Se inició este cuadro con las actividades críticas siguiendo luego con las menos críticas hasta llegar a la actividad de máxima holgura. El cuadro será de suma utilidad para poder calcular el personal y recondicionar en tal forma las actividades para lograr una uniformidad en la cantidad de trabajadores, como se verá en el capítulo "Programación de recursos". Este mismo cuadro marca los momentos definitivos en los cuales se ejecutarán las actividades, en base a la programación de recursos que se hará en el capítulo correspondiente.

T A B L A 1 - I V

CUANTIFICACION, PERSONAL, ANTECEDENCIAS Y SECUENCIAS INMEDIATAS DE LAS ACTIVIDADES

No.	Descripción de la actividad	Volumen de trabajo	Personal a emplear	Duración días	Secuencias antes	Inmediatas después
1	Estudios preliminares	Global	Efectuada	0	0	2
2	Recopilación de información	Global	1 Ingeniero	2	1	3,5,12
3	Estudio de datos e información.	Global	1 Ingeniero 1 Calculista 2 Topógrafos			
4	Visita al campo	Global	1 C. Catastro 1 Ingeniero 2 Topógrafos 1 C. Catastro	5	2	4,28
5	Estudios Aereofotogramétricos de propiedades	600 Has.	1 C. Suelos 1 C. Catastro	2	3	10.14,19
6	Chequeo en el campo de propiedades	600 Has.	2 Dibujantes	3	2	6,7
7	Encuesta agroecológica y censo	600 Has.	1 C. Catastro	10	5	8
8	Cálculos producción y censales	Global	1 C. Catastro	5	5	8
9	Presentación catastro	Global	1 C. Catastro	4	6,7,	9
10	Recolecta de muestras suelo	Global	1 C. Catastro	6	8	42
11	Análisis de muestras	Global	1 C. Muestreo	6	4	11
12	Cálculos Hidrológicos y Climáticos	Global	Laboratorio	15	10	13
13	Cálculos requerimiento agua	Global	1 Ingeniero	1	2	13
14	Levantamiento área captación	0.5 Ha.	1 Calculista	1	11,12	23,42
15	Dibujo área Captación	0.5 Ha.	2 Topógrafos	10	4	15
16	Diseño Captación	Global	2 Dibujantes	6	14	16
17	Dibujo obras de captación	Global	1 Ingeniero			
18	Costos Captación	Global	1 Calculista	5	15	17
19	Levantamiento conducción primera parte	1.5 Km.	2 Dibujantes	10	16	18
20	Levantamiento conducción en la segunda parte	1.5 Km.	1 Calculista	4	17	41
21	Dibujo topo. conducción en primera parte	1.5 Km.	2 Topógrafos	5	4	20,21
22	Dibujo topo. conducción en segunda parte	1.5 Km.	2 Topógrafos	5	19	22
23	Diseño de la conducción	3.0 Km.	2 Dibujantes	7	19	23
24	Replanteo de conducción	3.0 Km.	2 Dibujantes	8	20	23
25	Ajustes y cambios en la conducción	Global	1 Ingeniero	11	21,22,13	24
26	Hojas finales de conducción	5 unid.	1 Calculista			
27	Cálculos costos conducción	Global	2 Topógrafos	3	23	25
28	Levantamiento zona a servir primera parte	Global	2 Topógrafos	5	24	26
29	Levantamiento zona a servir segunda parte	Global	1 Ingeniero			
30	Diseño red 1a. parte	300 Has.	1 Calculista	10	25	27
31	Diseño red 2da. parte	300 Has.	2 Dibujantes	10	28	31,32
32	Replanteo en el campo primera parte	Global	1 Ingeniero			
33	Replanteo en el campo segunda parte	Global	1 Calculista			
34	Ajuste y cambios primera parte	Global	2 Dibujantes	13	29,30	33
35	Ajustes y cambios segunda parte	Global	2 Topógrafos	8	30	34
36	Hojas finales red primera parte	300 Has	2 Topógrafos	7	31	35,38
37	Hojas finales red segunda parte	300 Has	1 Ingeniero			
38	Colocación referencias campo	Global	1 Calculista	2	32	35,36
39	Costos red primera parte	Global	1 Ingeniero			
40	Costos red segunda parte	Global	1 Calculista	3	33,34	37
41	Costos totales	Global	2 Dibujantes	15	34	39
42	Preparación informe general	Global	2 Dibujantes	15	35	40
43	Preparación informe final	Global	2 Topógrafos	5	33	43
44	Revisión y aprobación	Global	1 Calculista	5	36	41
45	Impresión de informe	Global	2 Dibujantes			
46	Entrega informe terminado	Global	1 Calculista	5	37	41
			1 Ingeniero		18,27	
			1 Calculista	5	39,40	43
			1 Ingeniero	2	9.13	43
			1 Calculista	5	18,27,	
			2 Dibujantes		39.40	43
			1 Ingeniero			
			1 Calculista	5	38,41	
					42	44
			1 Ingeniero	3	43	45
			Contrato	16	44	46
				0	45	--

T A B L A 2 - I V

H O L G U R A S Y G R A D O D E C R I T I C A B I L I D A D

#	Evento		Du	Temprana		Tardía		Holguras			Crit
	I	J		In	Fin	In	Fin	To	Li	In	
1	0	1	00	000	0000	000	0000	00	00	00	00
2	1	2	02	000	002	000	002	00	00	00	01
3	2	4	05	002	007	002	007	00	00	00	01
4	4	6	02	007	009	007	016	07	00	00	02
5	2	3	03	002	005	002	055	50	00	00	10
6	3	5	10	005	015	055	065	50	00	00	10
7	3	8	05	005	015	055	067	57	05	00	11
8	8	13	04	015	019	065	069	50	00	00	10
9	13	23	06	019	031	069	071	50	06	00	10
10	6	9	06	009	015	016	022	07	00	00	02
11	9	14	15	015	030	022	037	07	00	00	02
12	2	14	01	002	030	002	037	34	27	27	08
13	14	19	01	030	031	037	038	07	00	00	02
14	6	11	10	009	019	016	047	28	00	00	07
15	11	16	06	019	025	047	053	28	00	00	07
16	16	20	05	025	030	053	058	28	00	00	07
17	20	25	10	030	040	058	068	28	00	00	07
18	25	35	04	040	068	072	072	28	24	00	07
19	6	10	05	009	014	016	025	11	00	00	03
20	10	15	05	014	019	025	030	11	00	00	03
21	10	24	07	014	031	025	038	17	10	00	05
22	15	24	08	019	031	030	038	11	04	00	03
23	24	20	11	031	042	038	049	07	00	00	02
24	28	30	03	042	045	049	052	07	00	00	02
25	30	32	05	045	050	052	057	07	00	00	02

27	34	35	05	060	072	067	072	07	07	00	01
28	4	7	12	007	019	007	019	00	00	00	01
29	7	18	10	019	029	019	029	00	00	00	01
30	7	12	10	019	029	019	029	00	00	00	01
31	18	22	13	029	042	029	042	00	00	00	01
32	12	17	08	029	037	029	047	10	00	00	03
33	22	27	07	042	049	042	049	00	00	00	01
34	17	21	02	037	039	047	049	10	00	00	03
35	29	31	03	049	052	049	052	00	00	00	01
36	21	26	15	039	054	049	067	13	00	00	04
37	31	33	15	052	067	052	067	00	00	00	01
38	27	36	05	049	077	049	077	23	23	23	06
39	26	35	05	054	072	067	072	13	13	00	04
40	33	35	05	067	072	067	072	00	00	00	01
41	35	36	05	072	077	072	077	00	00	00	01
42	23	35	02	031	077	075	077	44	44	00	09
43	36	37	05	077	082	077	082	00	00	00	01
44	37	38	03	082	085	082	085	00	00	00	01
45	38	39	16	085	101	085	101	00	00	00	01
46	39	40	00	101	101	101	101	00	00	00	01

Du Duración en días
 In Inicio
 Fin Finalización
 To Holgura total

Li Holgura libre
 In Holgura independiente
 Crit Grado de criticabilidad

CAPITULO V

PROGRAMACION TRABAJOS DE CAMPO

FORMA EN QUE SE EFECTUO ESTE TRABAJO

La programación de este capítulo presenta la forma de llevar a la construcción el proyecto de riego "El Tempisque" y está efectuada en base a la división en las partes principales que componen el proyecto. Estas partes fueron subdivididas en otras, las cuales no se pretendieron llevar a su mínima expresión pues serían inadaptables a la naturaleza del trabajo pero que deben ser programadas por aparte cuando se efectúe cada parte de la obra.

Se ha planeado efectuar el proyecto en un período de 280 días hábiles por lo que esta fecha se tomará como fecha última de terminación menos un 10% de seguridad lo que da 250 días.

DESCRIPCION, OBJETO Y DIVISION DE LAS ACTIVIDADES

Para facilidad y por guardar un orden se ha dividido el proyecto en funciones, las que a la vez se han subdividido en actividades, las cuales aparecen enumeradas en la tabla I-IV.

Las funciones en referencia son:

Trabajos Auxiliares:

Comprende todas las actividades que no son propiamente obras del proyecto pero que son necesarias para el buen desenvolvimiento del trabajo. Actividades 1, 2, 3, 4, de la Tabla I-V.

Trabajos de la Captación:

Consiste en los trabajos necesarios para construir las obras de derivación, captación, limpieza y distribución del proyecto, estando constituidos en la siguiente forma:

De la actividad No. 5 a la No. 16, trabajos de la presa de derivación y captación.

De la actividad No. 17 a la No. 22, trabajos del desarenador.

De la actividad No. 23 a la No. 28, trabajos de la distribución enumeradas todas en la tabla 1-V.

Trabajos de la Conducción:

Las actividades que son necesarias para ejecutar estos trabajos son las que aparecen en los números 29 y 32 en la tabla 1-V y comprende la ejecución del Canal Muerto.

Canales Principales y su red de servicio:

Las actividades de esta parte van desde el levantamiento topográfico hasta la prueba general de todo el sistema. Está constituido por las actividades siguientes:

De la No. 33 a la No. 39, Canal Norte y su red de servicio,

De la No. 40 a la No. 54, Canal Central y su red de servicio,

De la No. 55 a la No. 73, Canal Sur y su red de servicio.

Y las No. 74 y 75, son las obras finales.

LISTADO, CANTIDAD DE TRABAJO,
PERSONAL O EQUIPO, CUANTIFICACION Y
SECUENCIAS INMEDIATAS

La Tabla 1-V muestra en forma de listado todas las actividades que forman el presente proyecto, con su cantidad de trabajo, el personal que absorben o el equipo que requieren, así como el tiempo que tardan en ser ejecutadas, también en esta tabla aparecen las secuencias inmediatas.

La duración o cuantificación de las actividades fue calculada en base a la eficiencia del equipo o de un grupo lógico de personas. Estos equipos están formados en la siguiente forma:

Cuadrilla de Servicio: 1 caporal, 5 peones, 1 albañil,
Cuadrilla de Topógrafos: 1 transitero, 1 nivelador; 2 portamiras, 2 cadeneros y 5 peones. El tractor incluirá su operador, ayudante y peones raiceros.

Los albañiles. Están contemplados con sus 2 respectivos ayudantes.

La Mezcladora. Llevará incluido su operador y los 5 peones necesarios para su alimentación.

DIBUJO DE LA RED

La hoja 1-V muestra la red de actividades y fue construida en base a las secuencias inmediatas de la tabla 1-V, y calculada con los datos de la misma tabla. Los pasos que se siguieron para su construcción son los explicados en el Capítulo I y las recomendaciones de la red del Capítulo IV.

CALCULO DE HOLGURA Y GRADO DE CRITICABILIDAD

Con los datos obtenidos en la red, inicios y finales más tardíos y más tempranos, tabulados en la tabla 2-V y con las fórmulas del Capítulo I se procedió a obtener las holguras totales, libres e independientes de las 75 actividades que forman el proceso.

DIAGRAMA DE BARRAS

Obtenidas las holguras como se dijo anteriormente, se procede a construir el diagrama de Barras, en el cual aparecen las actividades marcadas lo más pronto que pueden ser ejecutadas, y luego se marcan sus respectivas holguras, tal como se ve en la hoja 2-V.

Esta hoja como la del proyecto de Nicá muestra también las actividades ya programadas por la disponibilidad de recursos.

No.	ACTIVIDAD	VOLUMEN TRABAJO	CANTIDAD DE TRABAJO	PERSONAL O EQUIPO	DURACION	SECUENCIAS INMEDIATAS	
						Antes	Después
1	Obras Preliminares	Global	2 d/Cuadrilla	1 cuad-servicio	2	-	2-4
2	Camino de acceso	1.6 Km.	5 d/tractor	1 tractor	5	1	3-6-18 24-34- 42-45- 52-53- 57-67- 60-68-
3	Camino de servicio	10 Km.	20 d/tractor	1 tractor	20	2	69.
4	Localización referencias	100 m.	1 d/topografo	1 topografo	1	1	75 5-17-23
5	Localización presa	Global	2 d/topografo	1 topografo	2	4	29
6	Desviar rfo en presa lado izquierdo	5000 m ³	5 d/tractor	1 tractor	5	2-5	6
7	Excavar presa en lado izquierdo	1000 m ³	120 d/peón	20 peones	6	6	7
8	Armadurfa presa lado izquierdo	1200 m ²	30 d/albañil	5 albañiles	6	7	8
9	Formaleta presa lado izquierdo	927 m ²	30 d/albañil	5 albañiles	6	8	9
10	Fundición presa lado izquierdo	900 m ³	80 d/albañil	2 mezcladora	8	9	10 11
11	Desviar rfo en presa lado derecho	4000 m ³	5 d/tractor	1 tractor	5	10	12
12	Excavar presa lado derecho	800 m ³	100 d/peón	20 peones	5	11	13
13	Armadurfa presa en lado derecho	960 m ²	25 d/albañil	5 albañiles	5	12	14
14	Formaleta presa lado derecho	930 m ²	30 d/albañil	10 albañiles	3	13	15
15	Fundición presa lado derecho	760 m ³	60 d/albañil	2 mezcladoras	6	14	16
16	Acabado y limpieza de presa	Global	5 d/cuadrilla	1 cuad-servicio	5	15	74
17	Localización y trazo desarenador	Global	1 d/topografo	1 topografo	1	4	18-30
18	Excavación desarenador	27 m ³	10 d/peón	10 peones	1	2-17	19
19	Armadurfa desarenador	42 m ²	5 d/albañil	5 albañiles	1	18	20
20	Formaleta desarenador	58 m ²	10 d/albañil	5 albañiles	2	19	21
21	Fundición desarenador.	10 m ³	5 d/albañil	1 mezcladora	1	20	22
22	Acabados y limpieza desarenador.	Global	2 d/cuadrilla	5 albañiles	2	21	74
23	Localizar y trazar Caja de distribución.	Global	1 d/topografo	1 topografo	1	4	24-30
24	Excavación Caja de distribución.	25 m ³	10 d/peón	10 peones	1	2-23	25
25	Armadurfa Caja de distribución.	45 m ²	5 d/albañil	5 albañiles	1	24	26
26	Formaleta Caja de distribución.	53 m ²	5 d/albañil	5 albañiles	1	25	27
27	Fundición Caja de distribución.	8 m ³	5 d/albañil	1 mezcladora	1	26	28
28	Acabados y limpieza Caja de distribución	Global	2 d/cuadrilla	5 albañiles	2	27	74
29	Trazo Canal Muerto	0.3 Km.	1 d/topografo	1 topografo	1	4	30-40-55
30	Terracerfa Canal Muerto	13000 m ³	8 d/tractor	1 tractor	8	5-17	31
31	Excavación Cubeta Canal Muerto	230 m ³	120 d/peón	20 peones	6	23-29	32
32	Revestimiento Canal Muerto	120 m ³	20 d/albañil	1 mezcladora	4	31	74
33	Trazo Canal Norte	5 Km.	5 d/topografo	5 albañiles	5	40	34
34	Terracerfa Canal Norte	16000 m ³	11 d/tractor	1 tractor	11	2-33	35
35	Excavación Cubeta Canal Norte.	1492 m ³	400 d/peón	40 peones	10	34	36
36	Revestimiento Canal Norte	540 m ³	100 d/albañil	1 mezcladora	20	35	37
37	Construcción Toma granjas Canal Norte	20 Unidad	40 d/albañil	5 albañiles	8	36	38
38	Construcción red Canal Norte	190 Has.	450 d/albañil	15 albañiles	30	37	39
39	Acabados y limpieza Canal Norte	Global	10 d/cuadrilla	2 cuad-servicio	5	38-50	74
40	Trazo primera parte Canal Central	4 Km.	5 d/topografo	1 topografo	2	52	33-41-
41	Trazo segunda parte Canal Central	2 Km.	2 d/topografo	1 topografo	2	40	42-52
42	Terracerfa primera parte Canal Central	5300 m ³	8 d/tractor	1 tractor	8	2-40	43-53
43	Excavación Cubeta primera parte Canal Central	890 m ³	200 d/peón	40 peones	5	41	44
44	Revestimiento primera parte Canal Central	300 m ³	50 d/albañil	1 mezcladora	10	43	48
45	Terracerfa segunda parte Canal Central	4800 m ³	8 d/tractor	5 albañiles	8	2-41	46
46	Excavación Cubeta segunda parte Canal Central	910 m ³	200 d/peón	40 peones	5	45	47
47	Revestimiento segunda parte Canal Central	283 m ³	50 d/albañil	1 mezcladora	10	46	49
48	Construcción toma granjas primera parte Canal Central	8 unidad	20 d/albañil	5 albañiles	4	44	50
49	Construcción toma granjas segunda parte Canal Central	7 unidad	15 d/albañil	1 mezcladora	3	47	51
50	Construcción red primera parte Canal Central	100 Has.	390 d/albañil	5 albañiles	26	48	39-54
51	Construcción red segunda parte Canal Central	86 Has.	345 d/albañil	15 albañiles	23	49	54
52	Obras-arte primera parte Canal Central	6 unidad	60 d/albañil	1 mezcladora	12	2-40	39-54
53	Obras-arte segunda parte Canal Central	6 unidad	60 d/albañil	5 albañiles	12	2-41	54
54	Acabados y limpieza Canal Central	Global	5 d/cuadrilla	1 cuad-servicio	5	50-51	74
55	Trazo primera parte Canal Sur	2 Km.	2 d/topografo	1 topografo	2	29	56-60- 68-69-
56	Trazo segunda parte Canal Sur	1.9 Km.	2 d/topografo	1 topografo	2	55	57-67-
57	Terracerfa primera parte Canal Sur	6000 m ³	8 d/tractor	1 tractor	8	2-56	58
58	Excavación cubeta Canal Sur primera parte	830 m ³	200 d/peón	40 peones	5	57	59
59	Revestimiento primera parte Canal Sur	350 m ³	50 d/albañil	1 mezcladora	10	58	63
60	Terracerfa segunda parte Canal Sur	5100 m ³	8 d/tractor	5 albañiles	8	2-55	61
61	Excavación cubeta segunda parte Canal Sur	832 m ³	200 d/peón	40 peones	5	60	62
62	Revestimiento segunda parte Canal Sur	200 m ³	50 d/albañil	1 mezcladora	10	61	64
63	Construcción toma granjas parte primera Canal Sur	6 unidad.	15 d/albañil	5 albañiles	3	59	65
64	Construcción toma granjas segunda parte Canal Sur	4 unidad	10 d/albañil	1 mezcladora	2	62	66
65	Construcción Red primera parte Canal Sur	40 Has.	240 d/albañil	5 albañiles	16	63	73
66	Construcción Red segunda parte Canal Sur	60 Has.	300 d/albañil	15 albañiles	20	64	73
67	Obras de arte primera parte Canal Sur	4 unidad	50 d/albañil	1 mezcladora	10	2-56	73
68	Obras de arte segunda parte Canal Sur	4 unidad	50 d/albañil	5 albañiles	10	2-55	73
69	Desviar rfo a izquierda en sifón Pululá	2000 m ³	5 d/tractor	1 tractor	5	2-55	70
70	Construir sifón pululá lado izquierdo	6 m.	75 d/albañil	5 albañiles	15	69	71
71	Desviar Rfo a la derecha sifón.	2000 m ³	5 d/tractor	1 tractor	5	70	72
72	Construir sifón Pululá lado derecho	4 m.	50 d/albañil	5 albañiles	10	71	73
73	Acabados y limpieza Canal Sur	Global	5 d/cuadrilla	1 cuad-servicio	5	65-66 67-68 72	74
74	Prueba general del sistema	Global	1 d/cuadrilla	1 cuad-servicio	1	16-22 28-32 39-54 73	75
75	Proyecto terminado	---	---	---	--	3-74	--

T A B L A 2 - V

HOLGURAS Y GRADOS DE CRITICABILIDAD

No.	Evento			Temprana		Tardía		Tot	Holguras		
	I	J	Du	Ini	Fin	Ini	Fin		Lib	In	Crit
01	00	01	02	00	002	020	022	020	01	00	01 *
02	01	03	05	02	007	022	031	024	00	00	02
03	03	04	20	07	100	031	120	093	73	49	12
04	01	02	01	02	003	022	023	020	00	00	01 *
05	02	06	02	03	007	023	059	054	02	00	04
06	06	11	05	07	012	059	064	052	00	00	03
07	11	17	06	12	018	064	070	052	00	00	03
08	17	26	06	18	024	070	076	052	00	00	03
09	26	35	06	24	030	076	082	052	00	00	03
10	35	42	08	30	038	082	090	052	00	00	03
11	42	49	05	38	040	090	095	052	00	00	03
12	49	55	05	43	048	095	100	052	00	00	03
13	55	58	05	48	053	100	105	052	00	00	03
14	58	61	03	53	056	105	108	052	00	00	03
15	61	62	06	56	062	108	114	052	00	00	03
16	62	63	05	62	069	114	119	052	32	00	03
17	02	04	01	03	007	023	101	097	03	00	16
18	04	08	01	07	008	101	113	105	00	00	17
19	08	14	01	08	007	113	114	105	00	00	17
20	14	23	02	09	011	114	116	105	00	00	17
21	23	33	01	11	012	116	117	105	00	00	17
22	33	65	02	12	099	117	119	105	85	00	17
23	02	05	01	03	007	023	101	097	03	00	16
24	05	09	01	07	008	101	114	106	00	00	18
25	07	15	01	08	009	114	115	106	00	00	18
26	15	24	01	09	010	115	116	106	00	00	18
27	24	34	01	10	011	116	117	106	00	00	18
28	34	63	02	11	099	117	119	106	86	00	18
29	02	07	01	03	004	023	024	020	00	00	1 *
30	10	16	08	07	015	101	109	094	00	00	13
31	16	25	06	15	021	109	115	094	00	00	13
32	25	63	04	21	099	115	119	094	74	00	13
33	12	18	05	06	011	026	031	020	00	00	01 *
34	18	27	15	11	066	031	046	020	00	00	01 *
35	27	36	10	26	036	046	056	020	00	00	01 *
36	36	43	20	36	056	056	076	020	00	00	01 *
37	43	50	08	56	064	076	084	020	00	00	01 *
38	50	59	30	64	094	084	114	020	00	00	01 *

40	07	12	02	04	008	024	026	020	00	00	01 *
41	12	20	02	06	007	026	065	057	00	00	05
42	19	28	08	07	015	061	069	054	00	00	04
43	28	37	05	15	020	069	074	054	00	00	04
44	37	44	10	20	030	074	084	054	00	00	04
45	20	29	08	07	015	065	073	058	00	00	06
46	29	38	05	15	020	073	078	058	00	00	06
47	38	45	10	20	030	078	088	058	00	00	06
48	44	51	04	30	034	084	088	054	00	00	04
49	45	52	03	30	033	088	091	058	00	00	06
50	51	56	26	34	060	088	114	054	00	00	04
51	52	60	23	33	060	091	114	058	04	00	06
52	19	52	12	07	060	061	114	095	41	00	14
53	20	60	12	07	060	065	114	095	41	00	14
54	60	63	05	60	099	114	119	054	34	00	04
55	07	13	02	04	006	024	069	063	00	00	08
56	13	21	02	06	008	069	012	064	00	00	09
57	21	30	08	08	016	072	080	064	00	00	09
58	30	39	05	16	021	080	085	064	00	00	09
59	39	46	10	21	031	085	095	064	00	00	09
60	22	31	08	07	015	069	077	062	00	00	07
61	31	40	05	15	020	077	082	062	00	00	07
62	40	47	10	20	030	082	092	062	00	00	07
63	46	53	03	31	034	095	098	064	00	00	09
64	47	54	02	30	032	092	094	062	00	00	07
65	53	57	16	34	052	098	114	064	02	00	09
66	54	57	20	32	052	094	114	062	00	00	07
67	21	57	10	08	052	072	114	096	34	00	15
68	22	57	10	07	052	069	114	097	35	00	16
69	22	32	05	07	012	069	084	072	00	00	11
70	32	41	15	12	027	084	099	072	00	00	11
71	41	48	05	27	032	099	104	072	00	00	11
72	48	57	10	32	052	104	114	072	10	00	11
73	57	63	05	52	099	114	119	065	42	00	10
74	63	64	01	99	100	119	120	020	00	00	01 *
75	64	65	00	100	100	120	120	020	00	00	01 *

ОТДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ И РЕШЕНИЙ

1981 г.

CAPITULO VI

PROGRAMACION DE RECURSOS

RAZONES DE PROGRAMAR LOS RECURSOS

Las programaciones anteriores se han hecho en base al tiempo que absorbe cada actividad y con el personal y/o equipo que sea necesario, pero esto dá origen a que existan momentos en que se requiere gran cantidad de personas de una especialidad, o equipos de una clase, (dibujantes, armadores, mezcladoras, por ejemplo) y en otro momento quedar sin ocupación, para luego volverse a requerir; lo que representa que se esté despidiendo y contratando personal con el consiguiente problema o bien que no se obtenga el máximo provecho del equipo, al dejarlo inactivo por varios días.

En muchos de los casos en que se han hecho programaciones por medio del C. P. M. o del P. E. R. T. se ha encontrado que al llevarlo a la práctica es un completo fracaso a causa de no haber tomado en consideración los recursos disponibles.

Toda empresa, sea ésta la más pequeña o la más grande que exista, tiene sus recursos limitados, por lo que se hace indispensable formar un programa que no los sobrepase, ya que esto haría que la programación, que por muy bien que estuviera planeada, se desmorone al llevarla a la práctica. Si a la inversa, la programación no usa completamente los recursos que le fueron asignados a ese trabajo, se tendrá un malgasto de recursos, con el consiguiente fracaso económico.

Son estas causas lo que obligan a programar los recursos para lograr con ello el triunfo de la programación.

La programación de recursos además de uniformizar la cantidad de personas o equipo, dá la facilidad de

conocer los momentos precisos en los cuales se necesita tal o cual equipo y la cantidad necesaria. Con lo que se está en capacidad de obtenerla antes de que se requiera y poderlas usar al instante y en esta forma no atrasar el plan por su falta.

Este capítulo presenta dos casos de programar los recursos de diferentes características ya que en uno, el trabajo de gabinete, los recursos son uniformes pues están formados por personal de planta, lo cual obliga a contar siempre con un número constante, no así el segundo caso, donde se usarán trabajadores por planillas lo que permite el poderse contratar por un tiempo limitado según la necesidad de los trabajos.

Para programar los recursos se siguieron los pasos siguientes, en los cuales se aclara, si se hace necesario cada uno de los dos pasos por separado.

CASTILLOS DE PERSONAL Y/O EQUIPO

Los castillos de personal y/o equipo son gráficas donde se muestra la cantidad de personas o equipo y el tiempo que requieren a lo largo del proyecto para diversas actividades. Estas gráficas muestran en la escala horizontal, los días que dura cada actividad y en la vertical la cantidad de equipo o personal que absorbe.

Las hojas 1-VI y 2-VI representan respectivamente los castillos de personal de las programaciones de los trabajos de gabinete de la construcción, cada trabajo muestra dos castillos siendo los de la parte inferior los originales, obtenidos del diagrama de barras de los capítulos anteriores y los de la parte superior contruidos para usar el número lógico de personas o unidades de equipo, es decir, los recursos ya nivelados.

Forma de construir los castillos originales

La forma de construir los castillos es la siguiente: Primero se toman las actividades más críticas o bien en el orden enumeradas y se van colocando a lo largo de la línea horizontal, en el período en el cual se deben ejecutar. En la escala vertical se coloca la cantidad de personal o equipo que requiera, lo mismo se repite con cada una de las restantes. Debe tenerse en cuenta que hay períodos en los cuales existen más de una actividad, y al colocar las segundas debe quedar su personal cero al final de la anterior; procediendo de esta forma se logra el castillo de personal y/o equipo.

Caso A: (Trabajos de Gabinete) Los castillos de personal en este caso fueron contruidos colocando primeramente las actividades más críticas, ya que en este ejemplo todas las actividades tienen la misma preponderancia y solo se pueden clasificar en importancia por el grado de criticabilidad.

Caso B: (Trabajos de campo) Las actividades fueron colocadas para formar los castillos de personal en el orden en que fueron enumeradas, pero siempre señalando las actividades críticas, se siguió esta forma por la gran cantidad de actividades que forman el proyecto, y existir restricciones más importantes que la criticabilidad como es la cantidad disponible de equipo.

Forma de obtener los castillos finales

La construcción de los castillos finales es en sí la verdadera programación de recursos, por lo que al ejecutarlos se pondrá todo el cuidado necesario. Se de-

ben tener presentes o bien asumir ciertas condiciones, tales como: la importancia del tiempo de ejecución, la cantidad de recursos con que se cuenta, la importancia de determinadas actividades o el período en que algunas deben ser hechas por su naturaleza o por las ventajas económicas y prácticas que puedan dar al estar finalizadas. En cada uno de los casos de este trabajo se tomarán condiciones diferentes como se verán inmediatamente.

Caso A: (Trabajos de Gabinete) Para construir estos castillos se procedió de la manera siguiente:

Primero: Se calculó la cantidad de días-trabajador de cada especialidad que necesitaba todo el proyecto y luego se dividió entre la duración del proyecto, el resultado que se obtuvo se aproximó al número entero inmediato superior y esta fue la base para asumir el número de trabajadores a usar.

Segundo: Se coloca en el evento inicial (cero "0" en el ejemplo) y se forman las actividades que de él parten, en este caso esta actividad no absorbe ni tiempo ni personal, por lo que se pasa al evento siguiente (uno "1" en el ejemplo). De ésta se toma la actividad que de él parte y se coloca el personal que necesita en el cuadro que le corresponde (En el ejemplo, 1 Ingeniero, con duración de 2 unidades partiendo del cero).

Tercero: Se pasa al evento siguiente (2 en el ejemplo) y se analizan las actividades que allí se originan dando preferencia al grado de criticabilidad, se coloca el personal igual que

el caso anterior pero siempre teniendo en cuenta que la cantidad no sea mayor al número disponible de trabajadores. En igual forma se sigue hasta concluir todo el proyecto. Debe tenerse en cuenta que existe la posibilidad de acortar o alargar las actividades con respecto al número calculado originalmente, pues se pueden tener más o menos recursos que con los que se cuantificó.

Caso B: (Trabajos de Campo) Los pasos uno y dos del caso anterior se repiten aquí y en el paso tres se hace la diferencia que en vez de tomar la preferencia por el grado de criticabilidad se toma por el equipo disponible. El orden de preferencia tomado es el siguiente: Una unidad de tractor lo más continua que se pudiera; las mezcladoras aumentar su número desde una hasta el máximo de tres, mantener este máximo y luego decrecer nuevamente. También se tomó preferencia por los trabajos a ejecutar en el río tales como la construcción de la presa en su primera y segunda parte así como la construcción del sifón. Otra de las ventajas que ofrece la programación de recursos es el conocer si son necesarias horas extras y cuando se dispone de elementos libres.

Es de hacerse notar que existen actividades que pueden ser ejecutadas en períodos y no necesariamente en forma continua, constituyendo así actividades de relleno o ajuste.

Existe también otras actividades que no necesitan en todo su período de ejecución a cierto personal o equipo, ejemplo de estos casos es la actividad 31 de la programación de gabinete-

te "Diseño de la red de riego", donde solo se absorbe al ingeniero al principio y al final, esto se hace posible ya que el ingeniero solo dará sus indicaciones al principio de las actividades y al final chequeará lo efectuado.

DIAGRAMA DE BARRAS DEFINITIVO

De los castillos finales se obtienen las fechas de inicio y finalización reales de las actividades, así como también si alguna o varias actividades fueron divididas en partes. Con estas fechas se procede a plotear el diagrama de barras, que será de utilidad para chequear el avance y estado de la obra y tener un cuadro más visual del orden a seguir en el plan de trabajo.

Los diagramas de barras definitivos se muestran en las hojas 2-IV y 2-V para los proyectos de gabinete y campo respectivamente.

Estas actividades definitivas se representan con un trazo fuerte según se explica en las hojas 2-IV y 2-V

CAPITULO VII

CONTROLES DIVERSOS

CONTROLES DIVERSOS

Toda obra de Ingeniería al estar en ejecución absorbe en más o menos los tres recursos más importantes que forman un proceso, Tiempo, Materiales y mano de obra que pueden condensar en un recurso único "Capital". Si se quiere tener éxito en una obra emprendida debe tenerse un constante control sobre estos tres elementos.

Control de Ejecución del Trabajo

El control de ejecución del trabajo se llevará a cabo por medio del diagrama de Barras definitivo, chequeando a cada fecha cual trabajo debe estar finalizado, cual en proceso de ejecución y cual terminado. Siendo el diagrama de Barras demasiado grande y estar construido en forma general, será necesario valerse de otros medios para chequear en particular y directamente en la obra el avance de los trabajos. Estos medios son:

Instructivos de Trabajo: Los instructivos de trabajo son cuadros de períodos de tiempo obtenidos de los diagramas de Barras y cuya función es la de ser guía del encargado de obra, para que conozca lo que debe ejecutar y el personal con que cuenta para ello.

Se recomienda que se desarrollen en períodos cortos, (una semana) para poder así, hacer los reajustes necesarios en caso de atrasos o adelantos. Cuando se ejecuten los instructivos de trabajo, no se hará por la totalidad de la obra, pues se correría el riesgo de que por cualquier alteración al programa, quedaran sin efecto, motivo por el que se deben hacer solo de 2 a 4 instructivos cada vez, es decir cubrir de 15 a 30 días de trabajo.

Los instructivos de trabajo son cuadros donde se representa en la escala horizontal el equipo o personal necesario y en la vertical los días que cubre cada instructivo, la parte central marca la actividad a efectuar. Para mayor claridad se presenta el instructivo de la primera semana de la programación de "El Tempisque" (ver cuadro I-VII).

Control de Abastecimientos

Cada obra de construcción necesita de materiales para llevarse a cabo, por lo que se hace necesario contar con los materiales en el momento que se necesitan, si nó se quiere retardar la actividad que los empleará.

Ha de tenerse en cuenta que al hacer el pedido de materiales es perjudicial hacerlo con demasiada anticipación, pues esto acarrea que se necesite un espacio para su almacenamiento y un alto costo al principio de la ejecución de la obra lo que causa un alto financiamiento inicial.

El programa de abastecimiento de materiales se basará en el diagrama de Barras y deben hacerse los pedidos con la suficiente anticipación según lo requiera el material a usar, así si son materiales de fácil mercado y que se encuentran ya fabricadas se pueden pedir con 7 a 15 días anteriores de su empleo, en el caso que se necesite fabricación deberá tomarse el tiempo empleado en este para su pedido.

En el caso de obras del estado, deberá tomarse en cuenta la clase de material a pedir y los trámites que necesitará su aprobación, ya que puede requerir cotizaciones que retardan la entrega.

Se recomienda hacer un listado de materiales a necesitar, el que debe contener, la fecha en la que se debe hacer el pedido, la fecha en que se usará, la cantidad, la calidad o clase y la actividad que lo va a emplear.

Se pone aquí como ejemplo el material "Hierro" que ha de pedirse en el primer mes para efectuar la obra de "El Tempisque". (Ver cuadro 2-VII)

Control de financiamiento

Para llevar a cabo una obra de ingeniería se necesitan los recursos mencionados anteriormente, mano de obra, equipo y tiempo; los dos primeros son de fácil obtención si se cuenta con el dinero necesario para contratar el uno y adquirir arrendado o en propiedad el otro; el último o sea el tiempo, se puede ganar si se aumenta el rendimiento del trabajo por medio de más y mejor equipo o bien más personal. En todo caso esto no se puede hacer de una manera caprichosa pues aunque ganáramos en tiempo perderíamos capital.

Los trabajos que son ejecutados por medio de la iniciativa privada deben contemplar y estudiar las curvas de gastos y pagos para así conocer con anterioridad si la empresa constructora tendrá en cierto tiempo que dar financiamiento y en que grado. En las obras del estado efectuadas por administración, deben contemplarse los gastos a tener en el transcurso de la ejecución para así saber de antemano las erogaciones del presupuesto que se necesitarán; en los casos de obras que abarque su ejecución más de un año fiscal se tendrá también el cuidado de saber el monto de cada período.

La forma más fácil de conocer estos gastos en el

tiempo es por medio de una curva trazada sobre ejes cartesianos, donde un eje represente el tiempo y el otro el gasto en unidades monetarias. En caso de pagos sin especificación de partidas, esta se puede hacer global para todo el gasto; pero en los casos de partidas para pagos específicos se debe hacer por separado, para así conocer el monto de cada una. El gasto total será la suma de todas las partidas.

Como ejemplo se ha tomado del Proyecto "El Tempisque" el alquiler de maquinaria, asumiendo que el tractor a emplearse así como las mezcladoras se alquilan. (ver cuadro 3-VII).

Blaam

PROYECTO DE RIEGO "EL TEMPISQUE"

GUATEMALA

ENCARGADO DE OBRA: _____

HOJA No. _____

SEMANA: _____

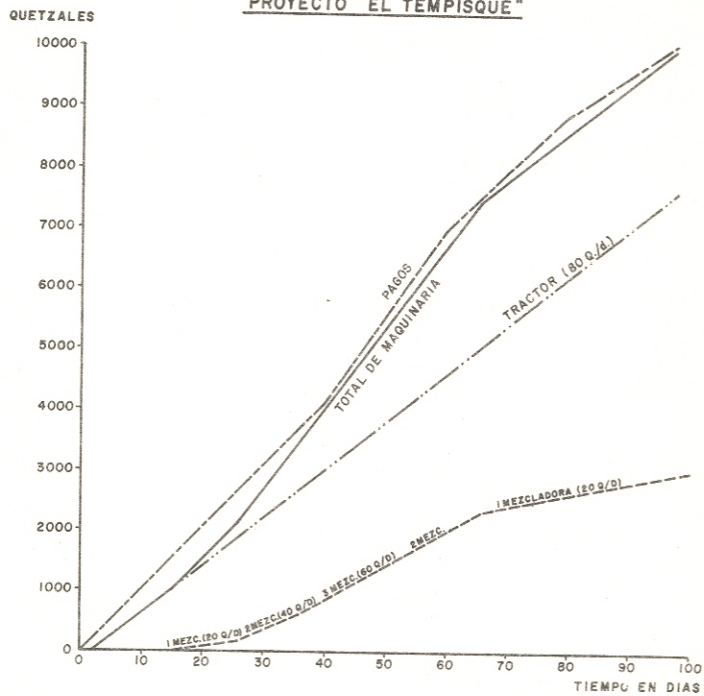
DEL _____ AL _____

	CUADRILLA SERVICIO	CUADRILLA TOPOGRAFOS	TRACTOR	OTROS
LUNES	OBRAS PRELIMINARES 0-1	DISPONIBLES	DISPONIBLES	
MARTES				
MIERCOLES	DISPONIBLES	LOCALIZACION REFERENCIAS 1-2	CONSTRUCCION CAMINO DE ACCESO 4/5 PARTES	
JUEVES		LOCALIZACION CANAL MUERTO 2-7		
VIERNES		LOCALIZACION CANAL CENTRAL PRIMERA PARTE 7-12		
SABADO				

CUADRO I-VII

CURVA DE GASTOS Y PAGOS DE ALQUILER DE MAQUINARIA

PROYECTO "EL TEMPISQUE"



MOVIMIENTOS MENSUALES

MES	EROGACIONES		PAGOS		SALDOS (±)	
	MENSUAL	ACUMUL.	MENSUAL	ACUMUL.	MENSUAL	ACUMUL.
1	Q. 2,000	Q. 2,000	Q. 1,450	Q. 1,450	+ 460	+ 460
2	Q. 2,000	Q. 4,000	Q. 2,393	Q. 3,933	- 393	+ 67
3	Q. 3,000	Q. 7,000	Q. 2,777	Q. 6,710	+ 223	+ 290
4	Q. 1,900	Q. 8,900	Q. 2,120	Q. 8,830	- 220	+ 70
5	Q. 1,200	Q. 10,100	Q. 1,250	Q. 10,080	- 50	+ 20

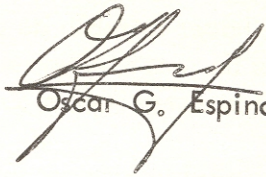
CUADRO 3-VII

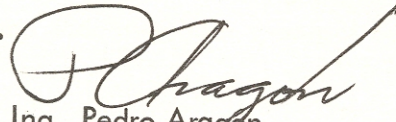
CONCLUSIONES

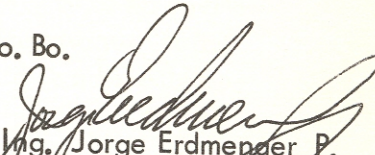
CONCLUSIONES

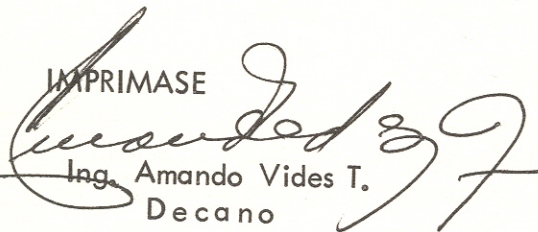
1. - De la primera parte del Capítulo II vemos la necesidad urgente de llevar a cabo en el menor tiempo posible la construcción de sistemas de riego que habiliten o mejoren nuevas áreas de producción.
2. - Para obtener estas áreas a corto plazo se hace necesario aplicar sistemas modernos de construcción, en lo que se refiere a construcción en sí y a su dirección o programación.
3. - La programación por medio del C. P. M. debe hacerse en forma ordenada y completa para que no resulte un completo fracaso al llevarlo a la prática.
4. - Nunca debe considerarse una programación terminada cuando falte la programación de recursos, ya que de hacerse así nos conducirá irremisisiblemente a problemas en su ejecución que la harán fallar completamente.
5. - Al programar recursos debe darse preponderancia a ciertas actividades, ya sea por su criticabilidad o bien por los elementos que en ella intervienen.
6. - Siempre es recomendable contar al fin del proceso con un cierto tiempo extra antes de entregar la obra, pues nadie está en capacidad de conocer de antemano los atrasos que puedan resultar por causas externas fuera del control del programador.

7. - Al hacer la tabla de pedidos debe tratarse siempre de tener tiempo suficiente en base a los trámites a seguir para su adquisición.
8. - Los pedidos son recomendables hacerlos en grupos y no por separado para así evitar tener siempre pendiente su trámite, así por ejemplo si varios pedidos deben hacerse los días 14, 15 y 16, será lógico y recomendable hacer los 3 el día 14 o 15.
9. - Los instructivos de trabajo deberán efectuarse en períodos cortos para que así sean de fácil reajuste.
10. - Los encargados de obra deben poseer los instructivos de obra y chequear el avance de los trabajos, reportando cada semana si se cumplió a cabalidad o si falló en defecto o exceso de tiempo.
11. - Todo atraso o adelanto debe ser analizado en el diagrama de Barras definitivo y en la red para luego hacer inmediatamente las conexiones.
12. - Nunca debe creerse que una programación está terminada, pues ella variará y necesitará ajustes en el transcurso de su ejecución.
13. - Siempre debe contarse con la curva de gastos para con ella saber si se contará con el dinero necesario, o bien ajustar los pagos a ella.


Oscar G. Espinoza M.

Vo. Bo. 
Ing. Pedro Aragón
Asesor

Vo. Bo. 
Ing. Jorge Erdmenger P.
Jefe Depto. de Hidráulica.

IMPRIMASE 
Ing. Amando Vides T.
Decano

BIBLIOGRAFIA

1. ADMINISTRACION Y CONTROL DE PROYECTOS
R. L. Martino
Editora Técnica México 1965
Tomo I: Determinación de la Ruta Crítica
Tomo II: Planeación de Operaciones Aplicadas.
Tomo III: Asignación y Programación de Recursos.
2. EL METODO DEL CAMINO CRITICO, TEORIA Y APLICACION A LA COMPUTADORA IBM 1620.
Köhler G. Richard
Tesis Guatemala 1967
3. INGENIERIA HIDRAULICA EN MEXICO (Revista)
Vol. XVIII Número 3
Julio Agosto Septiembre 1963.
4. METODOS MODERNOS DE PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE PROCESOS PRODUCTIVOS.
Melchor Rodríguez Caballeros, México.
5. METODOS MODERNOS DE PLANEACION, PROGRAMACION, CONTROL DE PROCESOS PRODUCTIVOS
F. Méndez C. D. P. I., Guatemala
6. PLANEACION, PROGRAMACION ANALISIS Y CONTROL DE PROYECTOS DE INGENIERIA POR EL SISTEMA P. E. R. T.
Watt Padilla, David.
Tesis Guatemala 1965.

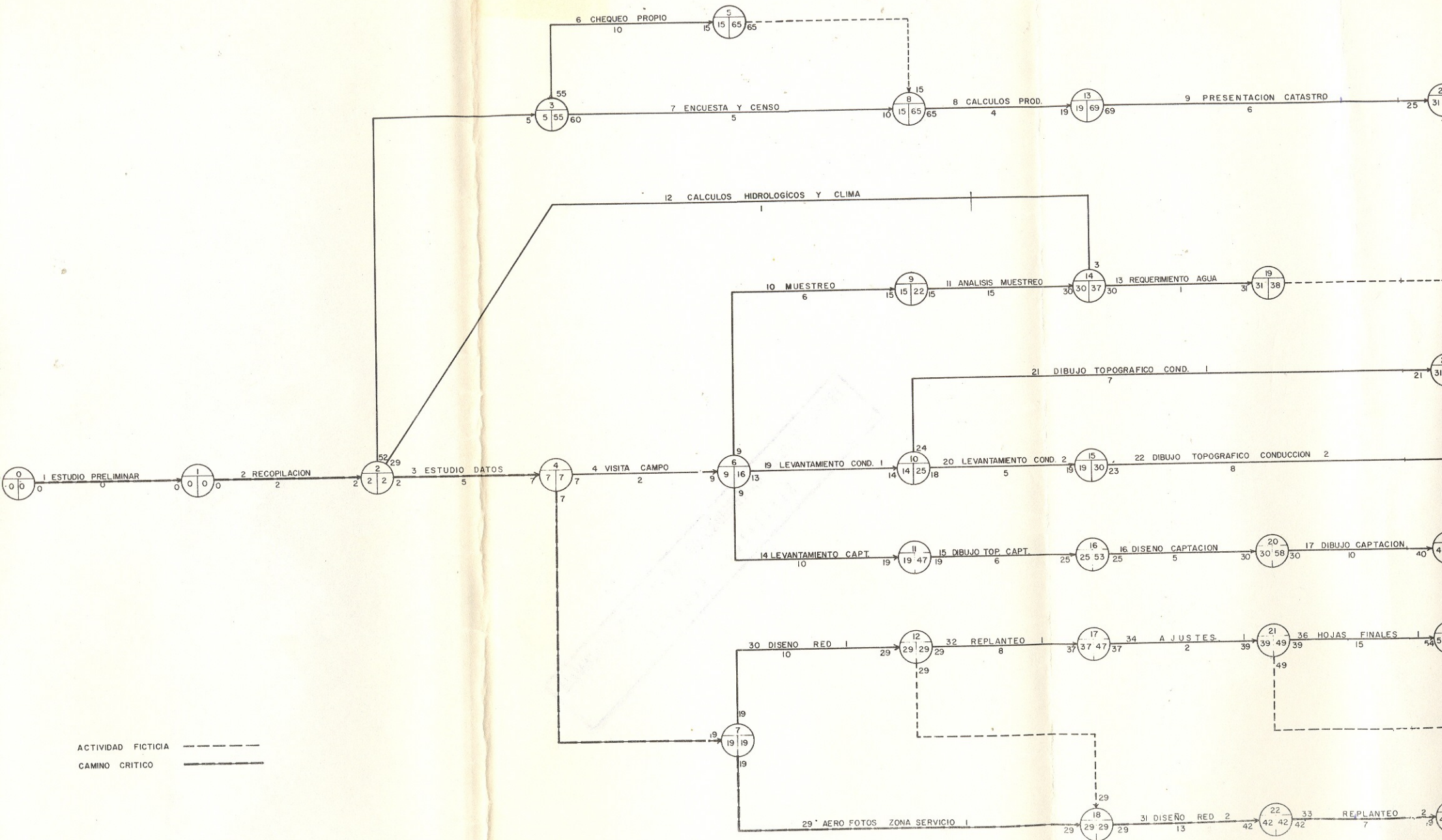
7. - PROGRAMACION POR MEDIO DEL METODO DEL CAMINO CRITICO.
Samayoa B. Marco Tulio
Tesis Guatemala 1965.
8. - PROGRAMACION DE RECURSOS
Díaz García, Edgar Antonio
Tesis Guatemala 1968.
9. - PLANIFICACION Y CONTROL DE PRODUCCION
Arjona Ciria, Antonio
Deusto España.
10. - REVISTA DE INGENIERIA
Méndez, Fernando
Colegio de Ingenieros de Guatemala
Diciembre de 1967.

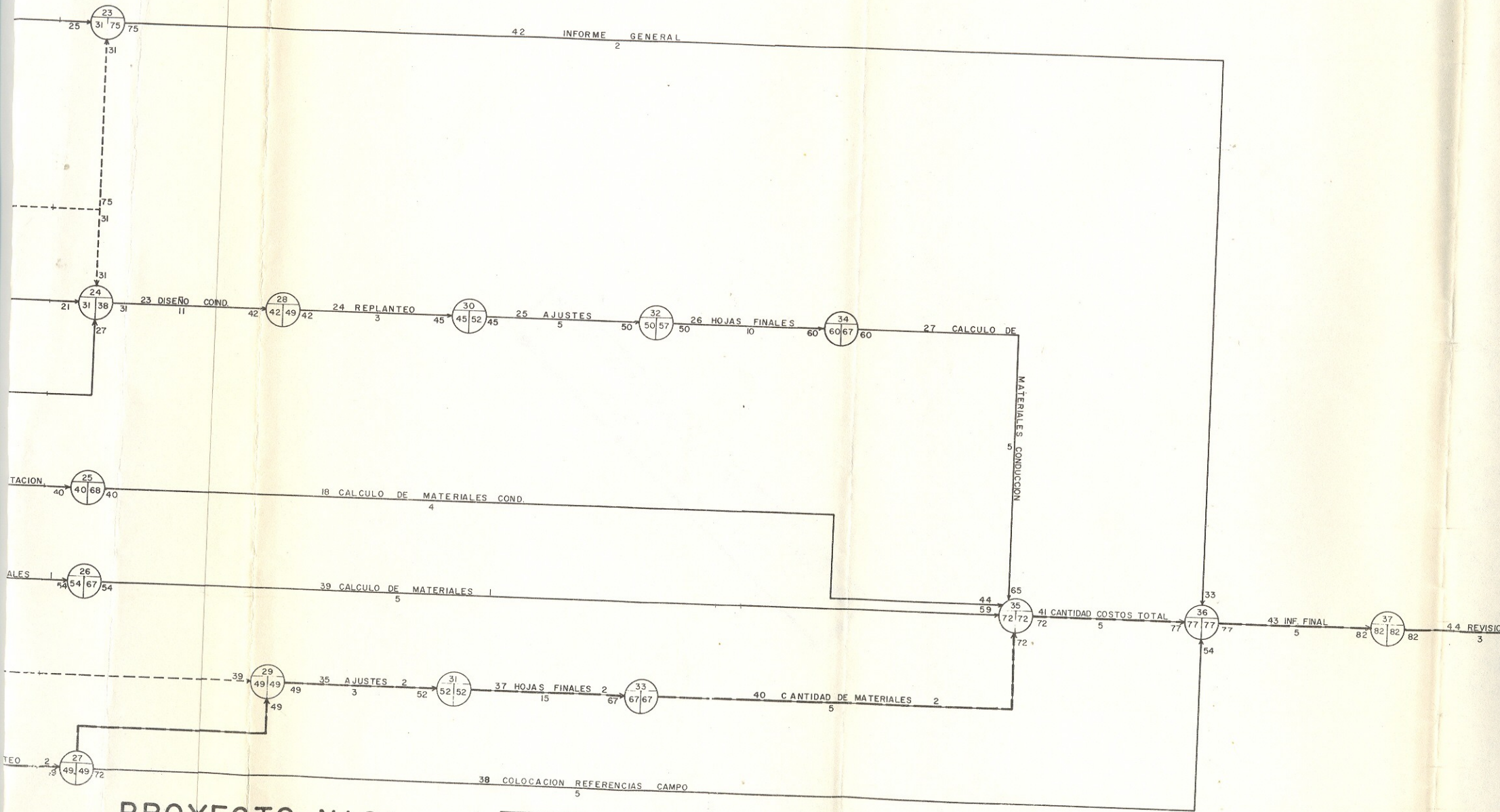
OTROS TEMAS

1. - DOCUMENTO GENERAL DE SOLICITUD DE FINANCIAMIENTO GLOBAL ANTE EL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO.

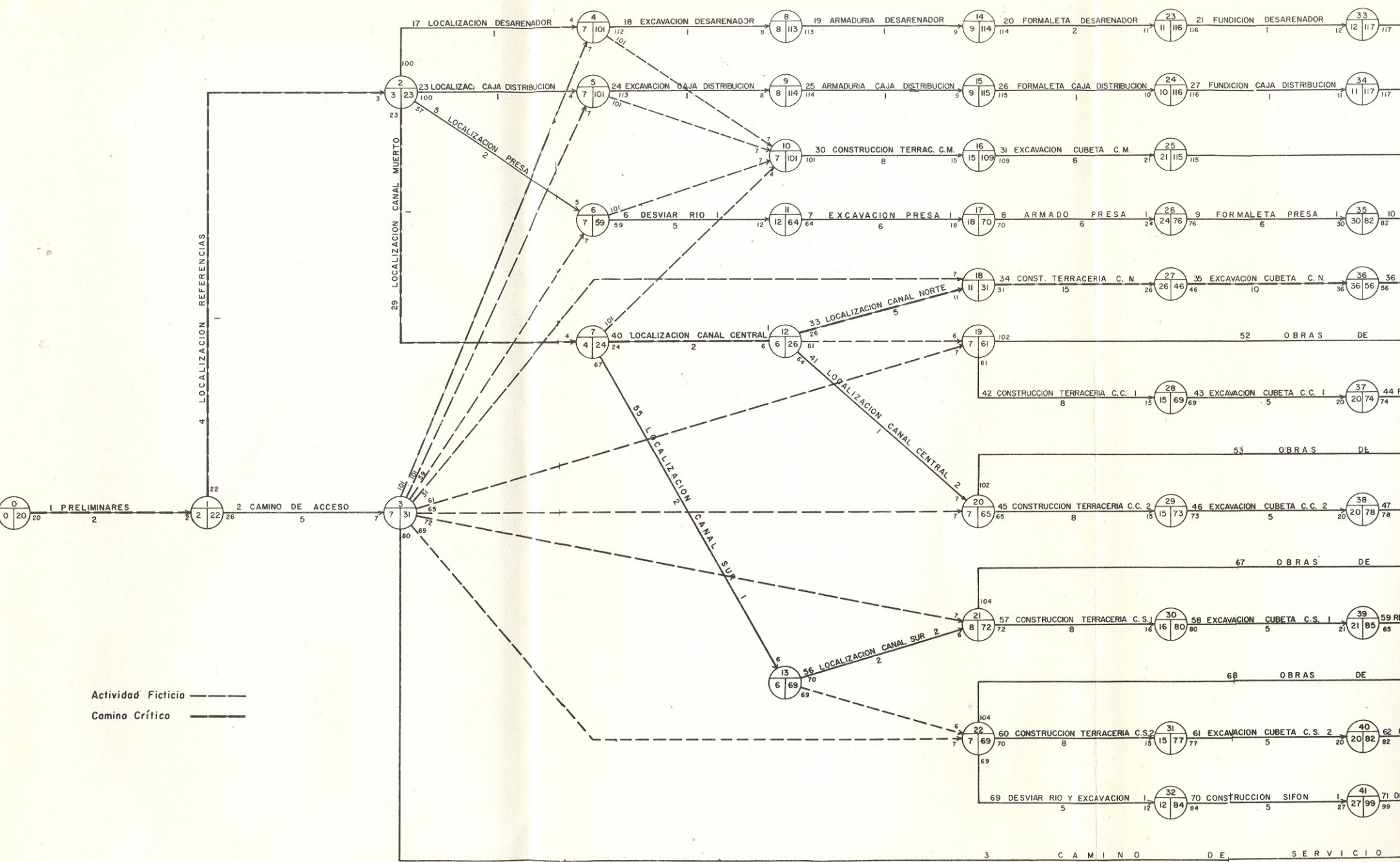
PROGRAMA NACIONAL DE PEQUEÑO RIEGO
Ministerio de Agricultura, Guatemala.
Recursos Hidráulicos, DIGERENARE
Guatemala Julio de 1967.
2. - PROYECTO DE EL TEMPISQUE
Recursos Hidráulicos, DIGERENARE
Guatemala, Junio 1967.

3. IRRIGACION Y AVENAMIENTO EN AREAS
DE LA COSTA DEL PACIFICO
Ministerio de Agricultura, Recursos Hidráulicos
DIGERENARE
Guatemala, Julio de 1964.
Tomo I: ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CUENCA
HIDROGRAFICA DEL RIO DE PAZ.
Tomo II: ESTUDIO PRELIMINAR DE LA CUENCA
DE LOS RIOS SUCHIATE Y NARANJO.
4. ARCHIVOS DE LA DIVISION DE RECURSOS HI
DRAULICOS
Guatemala.
5. ANALISIS Y CONTROL DE COSTOS DE INGE-
NERIA
Vides T. Amando, Primera edición,
Editorial Piedra Santa, Marzo 1964.

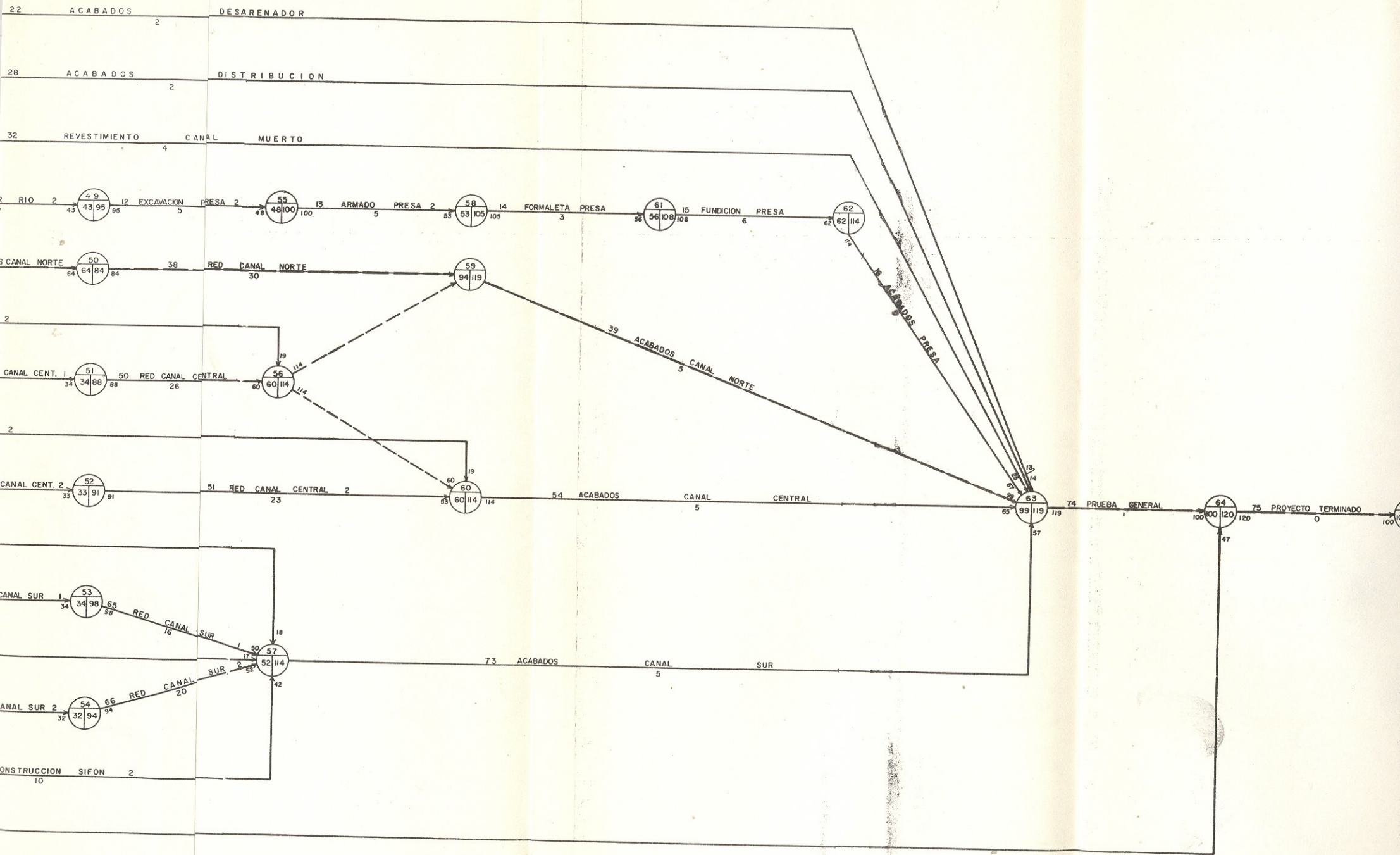




PROYECTO NICA



Actividad Ficticia -----
 Camino Crítico =====



EMPISQUE"

INGENIERO

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		
NIVELADOS	1	1+2	2-4	4-6	2-14		7-12		18-22	16-20	17-21	18-22	19-23	24-28		29-31	23-35	30-32		35-36	35-37	37-38
	2																					
	3																					
ORIGINALES	1	2-4	2-4	4-6					16-20	18-22	17-21	18-22	19-23	24-28		29-31	23-35	30-32		35-36	35-37	37-38

CALCULISTAS

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95		
NIVELADOS	1		2-4	2-14		7-12			8-13	18-22	16-20	17-21	20-25	25-35	24-28	29-31	30-32		33-35	34-35	35-36	34-37
	2																					
	3																					
	4																					
ORIGINALES	1	2-4	2-4						8-13	16-20	17-21	18-22	19-23	20-25	24-28	29-31	30-32		33-35	34-35	35-36	34-37

DIBUJANTES

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	
NIVELADOS	1			2-3	10-24	7-12		18-22			21-26	29-31		31-33	32-34						
	2																				
	3																				
	4																				
	10																				
	9																				
	8																				
	7																				
	6																				
	5																				
	4																				
	3																				
ORIGINALES	1	2-3			10-24	7-12	11-16	18-22	13-23	15-24	20-25	21-26	21-26	29-31	31-33	32-34					

TOPOGRAFOS

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	
NIVELADOS	1		2-4	4-6	6-10	10-15	6-11		12-17		22-27	27-36	28-30								
	2																				
ORIGINALES	1	2-4	4-6		6-10	10-15	6-11		12-17		22-27	27-36	28-30								

CUADRILLA DE CATASTRO

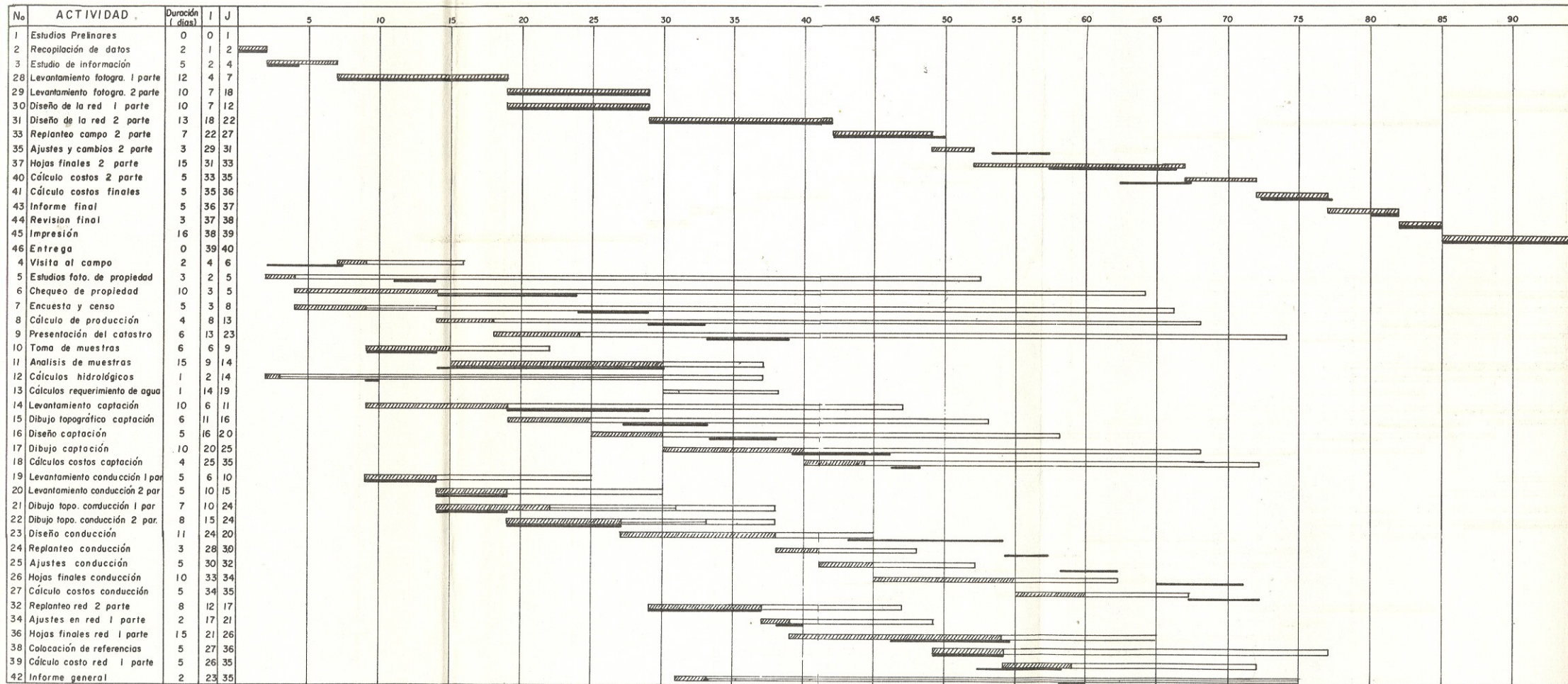
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	
NIVELADOS	1		2-4	4-6	2-3	3-5	3-8	8-13	13-23												
	2																				
ORIGINALES	1	2-4	4-6	2-3	3-5	3-8	8-13	13-23													

OTROS

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	
NIVELADOS	1		4-6	6-9	4-7	9-14	7-18														
NIVELADOS	1																				
ORIGINALES	1		4-6	6-9	4-7	9-14	7-18													38-39	38-39

ACTIVIDAD CASERA

CASTILLOS DE PERSONAL PROYECTO "NICA"







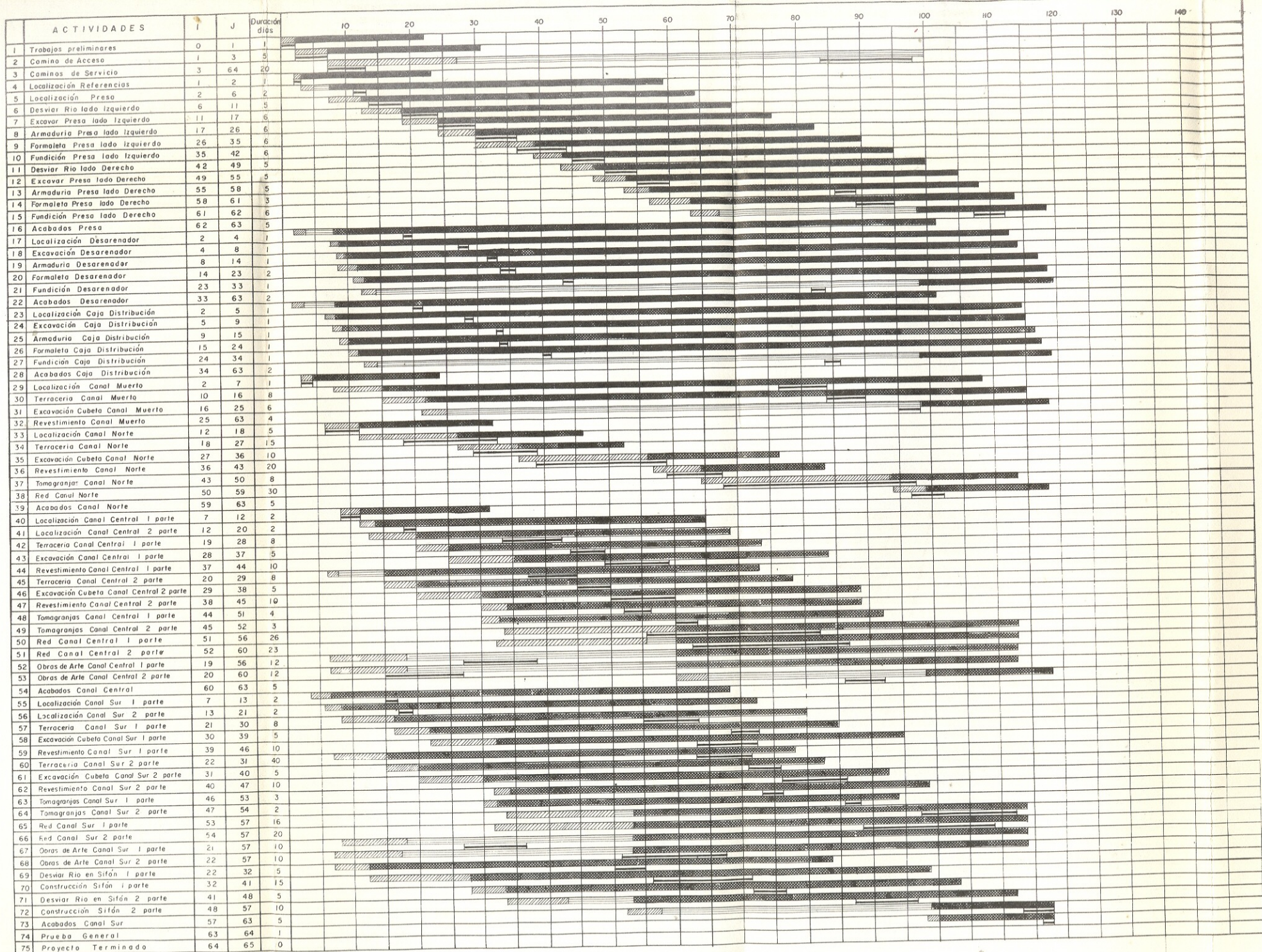
 ACTIVIDAD
 HOLGURA LIBRE
 HOLGURA TOTAL
 ACTIVIDAD DEFINITIVA

DIAGRAMA DE BARRAS
PROYECTO "NICA"






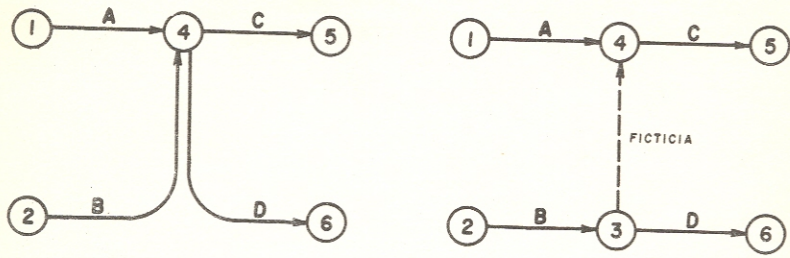
 Actividad
 Holgura Libre
 Holgura Total

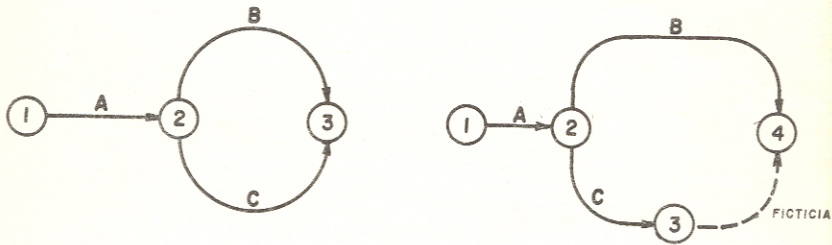
DIAGRAMA DE BARRAS

PROYECTO EL TEMPISQUE



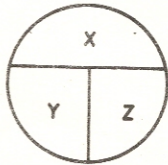
ACTIVIDAD FICTICIA PARA ACLARAR PRE-REQUISITOS

FIGURA 1 - I



ACTIVIDAD FICTICIA PARA ACLARAR NUMERACION

FIGURA 2 - I



REPRESENTACION DE EVENTOS

FIGURA 3 - I

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central