

RODOLFO GERARDO  
HERMOSILLA MONTANO

TESIS


B. C. - USAC

ENCUADERNACION  
"GARCIA"  
12 Avenida 10-25, Z. 2  
Teléfono 530883

**TESIS DE REFERENCIA**  
**NO**

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA**  
**BIBLIOTECA GENERAL - USAC.**

RODOLFO GERARDO HERMOSILLA MONTANO



PLANIFICACION, SU IMPORTANCIA  
Y SU APLICACION AL  
CAMPO DE LA INGENIERIA

4)  
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1967.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

República de Guatemala, C. A.

"PLANIFICACION, SU IMPORTANCIA  
Y SU APLICACION  
AL CAMPO DE LA INGENIERIA"

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la  
Facultad de Ingeniería

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

por:

RODOLFO GERARDO HERMOSILLA MONTANO

Al conferírsele el Título de:

INGENIERO CIVIL

Guatemala, Octubre de 1967.

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca Central

TESIS DE REFERENCIA

NO

SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA  
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC.

DL  
08  
76411C

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**Decano:** Ing. Amando Vides Tobar  
**Vocal Primero:** Ing. Otto E. Becker M.  
**Vocal Segundo:** Ing. Francisco Ubieta  
**Vocal Tercero:** Ing. Leonel Pinot L.  
**Vocal Cuarto:** Br. Rolando Rousselin  
**Vocal Quinto:** Br. Francisco J. Godoy  
**Secretario:** Ing. José E. Massanet P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO:

**Decano:** Ing. Otto E. Becker M.  
**Vocal Tercero:** Ing. Leonel Pinot L.  
**Examinador:** Ing. Pedro Aragón  
**Examinador:** Ing. Adrián Juárez  
**Secretario:** Ing. José E. Massanet P.

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:

"PLANIFICACION, SU IMPORTANCIA  
Y SU APLICACION  
AL CAMPO DE LA INGENIERIA"

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

# INDICE

Punto 1:

INTRODUCCION 1

Punto 2:

PLANIFICACION 3

2.1 GENERALIDADES

2.2 SU IMPORTANCIA

2.3 SU RELACION CON EL RESTO DE  
FUNCIONES ADMINISTRATIVAS

2.4 REQUISITOS

2.5 PASOS

2.6 ALCANCES Y NIVELES

Punto 3:

METODOS DE PLANIFICACION APLICABLES  
A TRABAJOS DE INGENIERIA 13

Punto 4:

APLICACION DE LOS METODOS ATENDIEN-  
DO A LAS CARACTERISTICAS ESPECIFICAS  
DE LOS TIPOS DE PROBLEMAS 19

Punto 5:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 25

BIBLIOGRAFIA 27

## Punto 1

### INTRODUCCION

El desarrollo de los países como Guatemala, donde los recursos son limitados, hacen indispensable la planificación ya que ésta nos lleva a soluciones prácticas y de gran beneficio para el desarrollo de empresas dedicadas a cualquier actividad productiva, tanto las estatales como las privadas que se dedican al vasto campo de la Ingeniería.

El concepto muy común que existe entre algunos directores de empresas y particularmente entre las empresas que se dedican a trabajos de Ingeniería en Guatemala (normalmente en nuestro medio formadas por la asociación de unos pocos miembros de la misma carrera profesional), que la planificación es un proceso retardativo y/o que es potestad de empresas grandes que pueden contar con una oficina específica dedicada a tales tareas, considero necesario enfocar este tema a la planificación, con el fin de tratar de enfocar las bondades de tales técnicas.

El enfoque del presente trabajo tenderá a resaltar la importancia de la planificación y de dar una guía sobre los métodos más comunes y relevantes, así como su aplicación de tales métodos, dependiendo de la complejidad del problema a tratar.

Tales métodos de planificación no son más que herramientas necesarias para el desarrollo de cualquier actividad productiva, sin embargo, su eficacia depende de la habilidad y fe con que se apliquen, así como su constante control, ya que la planificación en ningún caso es estática y debe revisarse con periodicidad; para corregir

cualquier desviación que ocurra durante el transcurso de la ejecución.

Lo anteriormente expuesto ha sido factor importante para el desarrollo del presente trabajo, en vista de que me ha despertado la inquietud de aclarar el concepto comúnmente desenfocado de lo que "se entiende" y "se cree" que es la planificación, tratando de que se comprenda los beneficios que trae la aplicación de tales técnicas en las empresas que tienen a su cargo, cuyo buen desenvolvimiento repercute indefectiblemente en el desarrollo socio-económico del país. Asimismo y en mayor escala serán los beneficios, que, dada la aplicación de tales técnicas permiten el mejor aprovechamiento de los recursos en proyectos a nivel estatal.

## Punto 2

## PLANIFICACION

## GENERALIDADES, SU IMPORTANCIA, RELACION CON EL RESTO DE FUNCIONES ADMINISTRATIVAS, PASOS Y ALCANCES.

## 2.1 GENERALIDADES:

Planificación en términos sencillos podemos decir que es la determinación de un proceso o el establecimiento de un método para la ejecución de un trabajo cualquiera descomponiendo sus actividades u operaciones, ordenándolas en una secuencia lógica, que den como resultado un mejor aprovechamiento de los recursos que intervienen.

Para mejor comprensión de lo expuesto y lo que se expondrá a continuación daré la definición de: proceso productivo y sus elementos componentes.

## PROCESO PRODUCTIVO:

Es el conjunto de actividades u operaciones (de cualquier tipo) que es necesario efectuar para producir un objeto que satisfaga una necesidad económica, psicológica o estado anímico.

Ejemplo de Actividades u Operaciones:

- a) Científicas: Estudio de las propiedades físico-químicas, ejemplo: Materia prima, con la que ha de producirse la pieza de una máquina.
- b) Técnicas: Diseño de piezas para la máquina, un edificio, etc.

- c) **Artísticas:** Condiciones de forma, dimensión, equilibrio, color, etc.
- d) **Industriales:** Producción de piezas para maquinaria.
- e) **Administrativas:** Elementos necesarios para la dirección de un conjunto de personas o funciones.
- f) **Comerciales:** Acciones necesarias para la venta de un producto.

**Evento:** Es el instante de iniciación o terminación de una operación o una actividad (según el caso). El evento carece de unidad de tiempo.

**Operación:** Es el trabajo ejecutado valiéndose de un esfuerzo mental o físico para producir un efecto que se manifiesta de manera evidente.

**Actividad:** Es el conjunto de operaciones que agrupadas, por el fin que persiguen identifican un proceso cualquiera o forman parte de él.

## 2.2 IMPORTANCIA:

Analicemos en forma cronológica y muy breve lo que es la planificación y llegaremos a la conclusión de que ésta acción siempre ha existido y el hombre la ha realizado y realiza aún en la actualidad en forma mental, con representaciones gráficas, o en el transcurso del tiempo, así que la planificación no es un tema nuevo, sino por el contrario, es tan antiguo como la necesidad del hombre de realizar trabajos de diversa índole.

¿Cuáles son entonces los avances en la práctica de ésta técnica?

A esta pregunta contestaremos, que los avances son, en cuanto a los métodos de lograrlos en la forma más sencilla y ordenada posible, en tal forma que hagan su objetivo más certero y que dada la forma sencilla apuntada con anterioridad, esté más al alcance de todos los que tengan interés en su empleo, y el propósito de triunfar en la ejecución de sus proyectos.

Ahora bien, ¿qué es lo que a nivel empresarial nos interesa saber sobre el éxito de la empresa? Será que al final de una obra única, o en caso de artículos producidos en masa que al final del período fiscal, decir que hemos tenido o no éxito; o bien, saber de antemano que se va a tener éxito, comprobar que durante el transcurso de la ejecución ¿se está logrando?

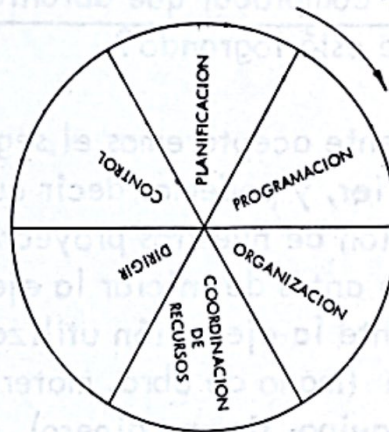
Indudablemente aceptaremos el segundo concepto del párrafo anterior, y podemos decir que "tendremos éxito" en la ejecución de nuestros proyectos o trabajos cualesquiera cuando antes de iniciar la ejecución, estamos seguros que durante la ejecución utilizaremos los recursos que intervendrán (mano de obra, materiales, maquinaria-herramientas y equipo, tiempo, dinero) en forma óptima y coordinada; y asimismo verifiquemos en el transcurso de la misma que todas las predicciones se están cumpliendo, o en caso contrario tener herramientas, que permitan corregir fácilmente las desviaciones.

De lo anterior caemos en la cuenta que la única forma de tener éxito en un trabajo es: Planificando y programando previa a la ejecución, y comprobando durante la ejecución que se está realizando el programa (controlando) utilizando para ello la organización creada para tal efecto, que permita una acertada dirección.

## 2.3 RELACION DE LA PLANIFICACION CON EL RESTO DE FUNCIONES ADMINISTRATIVAS:

Con el objeto de enfocar el tema tratado en el presente trabajo (PLANIFICACION), con el resto de funciones administrativas se hace necesario hacer un breve resumen de tales funciones básicas inherentes a la administración, de las cuales forman parte la mencionada en el presente trabajo.

Las tareas administrativas las resumiré, a través de lo ya conocido como el ciclo directivo, que establece su secuencia en la gráfica mostrada a continuación



ESQUEMA DEL CICLO DIRECTIVO

A pesar de la importancia que tienen cada una de las tareas mencionadas en el ciclo directivo, no es el objetivo de este trabajo el de desarrollarlos y por lo tanto nos conformaremos con definirlos en forma general, centrandó nuestra mayor atención en las que ya expusimos como objetivo.

### DEFINICIONES:

1. ADMINISTRAR: Es la acción de regir o gobernar.

Es la función que determina o fija la política de una

Empresa con el fin de alcanzar o lograr el objetivo que la misma se ha trazado. También es la función que controla finalmente lo realizado para determinar si se logró el objetivo en la forma prevista. Generalmente esta acción la ejerce el consejo de Administración o Consejo de Dirección.

2. **DIRIGIR:** Es la acción de conducir a la empresa hacia el objetivo, siguiendo la política fijada por la administración y utilizando la organización creada para el efecto.

Debe quedar claro que la administración y la Dirección son elementos estrechamente relacionados en cuanto a la consecución del objetivo; pero la administración como quedó apuntado, es quien decide qué debe hacerse y la dirección pone en acción lo decidido.

3. **ORGANIZAR.** Es el proceso de determinar las posiciones necesarias en la empresa, departamento o grupo, disponiéndolos dentro de las mejores relaciones funcionales, definiendo claramente la autoridad, responsabilidad y deberes de cada uno.

4. **PLANIFICAR:** Es la acción de tomar decisiones en base a una serie de alternativas evaluadas, que den como resultado la división del trabajo y establezcan la secuencia de pasos del mismo en forma eficiente.

5. **PROGRAMAR:** Es situar en el tiempo la secuencia de pasos determinados por la planificación, representada en la forma gráfica más adecuada y conveniente, tal como diagramas de barras, hojas de rutas, instructivos de trabajo, etc.

6. **CONTROLAR:** Es la acción de verificar parcial o to

talmente los resultados de un programa establecido, tomando las medidas correctivas necesarias en caso de desviaciones al programa. Este control se hace por medio de sistemas diseñados en cada caso y para cada aspecto del problema, tal como control de avance físico de trabajo, control contable, etc.

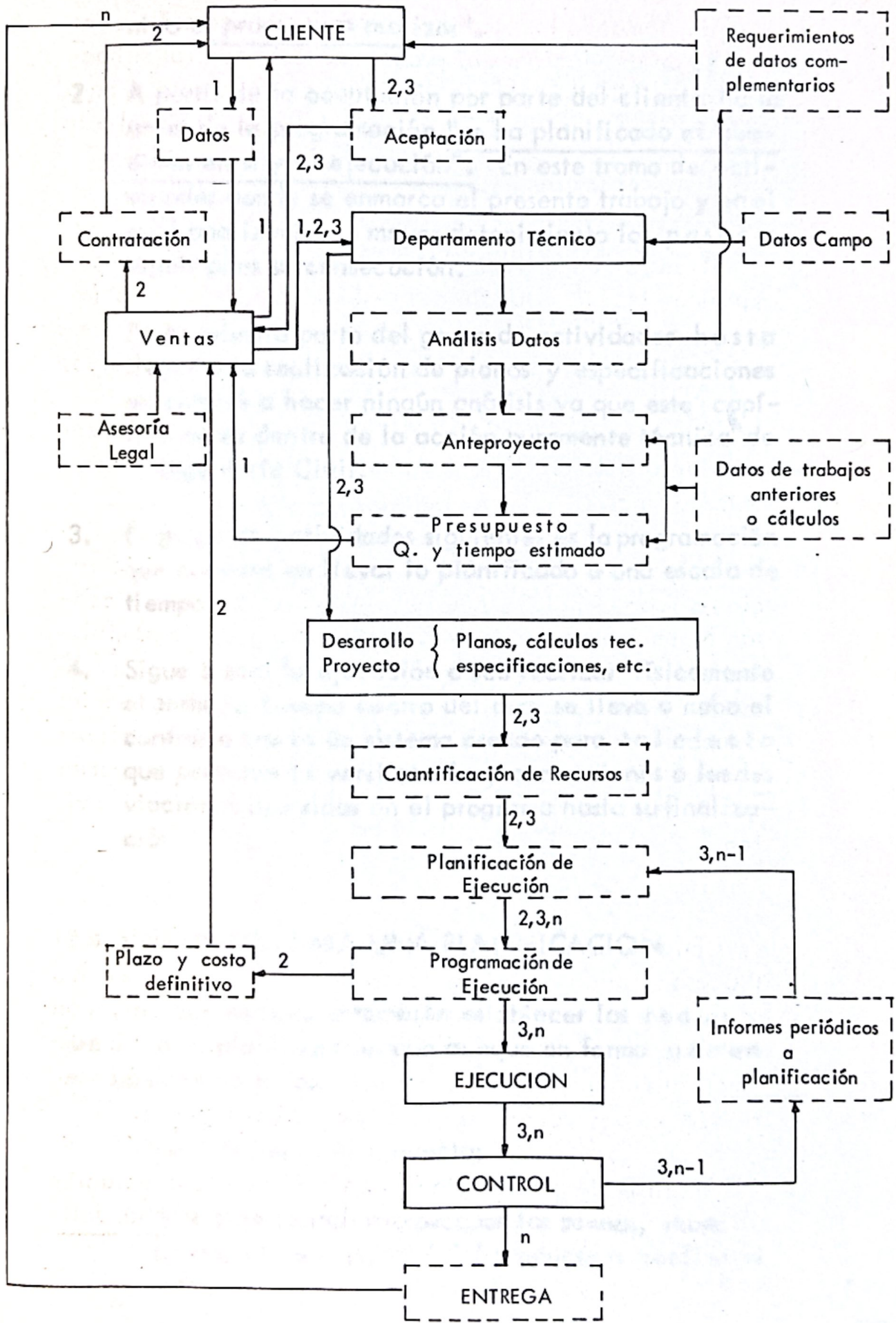
Trataré de analizar en forma gráfica las acciones comunes de las empresas típicas dedicadas a la rama de ingeniería en nuestro medio con el objeto de ver en forma más objetiva las relaciones de funciones para el caso.

Nuestro caso comienza donde el contacto inicial con el cliente que necesita un trabajo de ingeniería hasta su entrega final.

Antes de elaborar el diagrama haré unas consideraciones con relación que es el diagrama: se colocarán algunos departamentos que cubren funciones administrativas y que normalmente en las empresas de las comunes en nuestro medio inciden en los de los mismos socios componentes, sin embargo, constituyen en sí acciones compuestas del proceso administrativo que sin importar quien es el o los responsables de llevarlos a cabo, existen.

En resumen el gráfico mostrado es un modelo del proceso seguido de la ejecución de una obra. En él no se incluye el desarrollo de sistemas de información y control pues se asume que es un trabajo definido por cada empresa en particular. Como análisis del diagrama anterior se puede deducir en forma general lo siguiente:

1. El flujo de pasos hasta la obtención de la aceptación del ante-proyecto por parte del cliente se "ha defi-



nido el producto a realizar".

2. A partir de la aceptación por parte del cliente hasta antes de la programación "se ha planificado el producto en si y su ejecución". En este tramo de actividades donde se enmarca el presente trabajo y en el cual analizaré con mayor detenimiento los pasos a seguir para su consecución.

En la primera parte del grupo de actividades hasta llegar a la realización de planos y especificaciones no entraré a hacer ningún análisis ya que este capítulo entra dentro de la acción puramente técnica de la Ingeniería Civil.

3. El grupo de actividades siguientes es la programación que consiste en llevar lo planificado a una escala de tiempo.
4. Sigue a esta la ejecución o sea realizar físicamente el trabajo, tiempo dentro del cual se lleva a cabo el control a través de sistema creado para tal efecto que permiten la verificación y correcciones a las desviaciones ocurridas en el programa hasta su finalización.

## 2.4 REQUISITOS PARA UNA PLANIFICACION:

Se hace necesario también establecer los requisitos previos a la planificación que aunque en forma general nos servirán de guía.

### 2.4.1 Tener definido el proyecto:

En este punto están enmarcados los planos, especificaciones, clase y calidad del producto a realizarse,

como se va a realizar y dónde, y cuáles son las condiciones en que se llevará a cabo la realización del producto, es decir en pocas palabras la aceptación del diseño preliminar del producto por el cliente.

#### 2.4.2 Conocer los recursos que intervienen:

Los recursos que intervienen en rubros gruesos podemos aceptar que son:

- a) Mano de obra.
- b) Materiales.
- c) Equipo y/o maquinaria y/o herramientas.
- d) Tiempo.
- e) Dinero.

Estos elementos, antes de elaborar una planificación deberán analizarse cuidadosamente con el fin de establecer la disponibilidad real en el medio, en cuanto a cantidad y calidad. Es también de suma importancia el establecimiento del recurso limitante de un proceso, ya que será el que guiará la planificación y en muchos casos al llegar a la etapa subsiguiente que es la programación tiene que regresarse a ejecutar correcciones que den una distribución aceptable dentro de los límites prefijados del recurso que el análisis nos determinó como "recurso limitante", con el fin de lograr su mejor utilización. Como dato de simple observación en empresas normales y de mayor cuantía en nuestro medio dedicados a la construcción, se puede decir que en el mayor de los casos el recurso limitante es, mano de obra por supuesto con relación al tiempo; ya que no puede concebirse una curva de requerimiento de mano de obra que requiere contratación y despido de personal, con variaciones de períodos pequeños.

### 2.4.3 Conocer las restricciones y limitaciones:

Las restricciones pueden ser:

- 2.4.3 a) de orden interno o sean las que están controladas por la empresa.
- 2.4.3 b) de orden externo o sean las que no están bajo el control de la empresa.

### 2.5 PASOS QUE IMPLICA LA PLANIFICACION EMPRESARIAL:

1. Reconocimiento de la necesidad de hacerlo, o sea tener definido un objetivo.
2. Investigación y análisis de los elementos concurrentes (recursos) y condiciones extremas que puedan afectarnos.
3. Descomposición de los pasos a seguir según el caso, y arreglarlos en secuencia, o sea la determinación de la o las líneas de acción.
4. Análisis y evaluación de las líneas de acción, en función de lo anotado en el punto 2.
5. Decisión de la línea de acción a seguir.

### 2.6 ALCANCES Y NIVELES DE LA PLANIFICACION:

Sobre los alcances de la planificación, lo único que cabe decir es que son ilimitados, y se puede deducir simplemente como consecuencia de la definición de proceso productivo.

Con relación a los niveles de Planificación puedo decir que estas funciones se realizan a todo nivel, y atendiendo a éste con mayor o menor alcance y detalle.

Por ejemplo un alto ejecutivo debe hacer planes a largo plazo y descendiendo en escala jerárquica se descende en el plazo y grado de detalle. Asimismo los documentos que reflejan tal planificación siguen la misma escala de lo complejo a lo simple.

### Punto 3

## METODOS DE PLANIFICACION APLICABLES

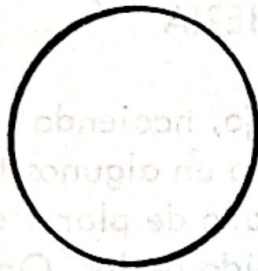
### A TRABAJOS DE INGENIERIA

Quiero guiar al lector de este trabajo, haciendo la observación que la terminología empleada en algunos textos desenfoca algunos de ellos como método de planificación; por ejemplo el "Método de Recorrido de las Operaciones" se enfoca en algunos de ellos, únicamente para mejora de métodos, pero si recordamos, como se habló en capítulos anteriores que en síntesis el resultado final de la planificación es el establecer una secuencia lógica de pasos a seguir y que en muchos casos son trabajos ya efectuados con o sin métodos de planificación científica, realmente estamos efectuando la misma labor.

#### 3.1 Método de Recorrido de las Operaciones de un Proceso.

Este método consiste en una secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes, que tienen lugar durante el proceso o procedimiento incluyendo información de interés para el análisis, tal como los relativos al tiempo requerido y a la distancia recorrida. Obteniéndose una representación gráfica de la sucesión de las operaciones e inspecciones de que consta el proceso o procedimiento, con indicación de los puntos de entrada de los materiales.

La simbología usada para este método es universalmente aceptable y según las normas de la A.S.M.E. (American Society of Mechanical Engineering) son:

**OPERACION:**

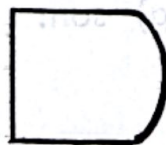
Hay **operación** cuando se modifica intencionalmente cualesquiera de sus características físicas o químicas de un objeto, cuando monta o desmonta con relación a otro objeto o se prepara para una operación o el almacenamiento. Existe también una operación cuando se facilita o recibe información o se hacen cálculos o planes.

**INSPECCION:**

Hay **Inspección** cuando un objeto es examinado para fines de identificación o para comprobar la calidad o cantidad de cualquiera de sus propiedades.

**TRANSPORTE:**

Hay **Transporte** cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, salvo cuando el traslado forme parte de una operación o sea efectuado por los operarios en su lugar de trabajo en el curso de una operación o inspección.

**ESPERA:**

Hay **Espera** con relación a un objeto cuando las condiciones (excepto las que modifican intencionalmente las características físicas o químicas del objeto)

no permiten o requieren la operación de la ejecución siguiente prevista.

**ALMACENAMIENTO:**



Hay Almacenamiento cuando un objeto es guardado o protegido contra el traslado no autorizado del mismo.

**ACTIVIDAD COMBINADA:**



Cuando se desee expresar actividades ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, combinándose los signos correspondientes a tales actividades.

**3.2 Método de Actividades Múltiples:**

Este método es una variedad del método recorrido de las operaciones de un proceso, su principal propósito es registrar los tiempos activos e inactivos de operario y máquina, para regularlos después en una forma más apropiada, llegando a obtenerse un diagrama, llamado "Diagrama de Actividad Múltiple", que se define como una representación gráfica del trabajo coordinado y tiempo de espera de dos o más hombres, o cualquier combinación de hombres o máquinas.

Dentro del análisis general de cada problema, debe prestarse especial atención a las restricciones que el mismo presente, debido a sus características tecnológicas, también puede presentarse restricciones de carácter económico, como los recursos materiales y humanos con los que se cuenta. Tanto las restricciones tecnológicas como las económicas deben atenderse en forma primordial y eva

lucarse exhaustivamente para plantear la solución o soluciones que las mismas demanden. Este método generalmente se ha resuelto por tanteos, pero existe un ensayo para resolver el problema en forma matemática\*, que estos casos que plantea se despreocupa de su acierto.

En tal ensayo se determina que: después de los estudios realizados se llegó a demostrar que la "Media aritmética" es el valor más representativo de una serie de tiempos para nuestro propósito y ofrece mayor simplicidad en el cálculo. Se debe determinar una "zona de normalización" que tenga como límites valores aceptables de tiempos improductivos (holguras) y que a la vez dicha zona aislara los valores que por la magnitud de su dispersión, fuera necesario estudiar con especial atención, a efecto de combinarlos o dividirlos para que en esas condiciones entrara a formar parte de la zona de normalización, que se determina con la desviación estandar como la medida de dispersión más representativa, en una serie de números. Para determinación de los ciclos completos (sin ningún fraccionamiento) de un proceso determinado, se utiliza M.C.M. ya que este comprende exactamente todos los tiempos de las operaciones y actividades componentes. Pero en algunos casos especiales, se hace uso del M.C.D. para casos que se resuelven con rendimiento de 100%.

### 3.3. Métodos nuevos de planificación.

Antiguamente se usaba como método de planificación el "Diagrama de barras" o "Diagrama de Gantt" y era usado para la preparación de un programa de trabajo, pe-

\* Ensayo sobre Soluciones Matemáticas para Diagramas de Actividades Múltiples. V.A. Samayoa, F. Méndez, H. M. Rivera.

ro reconociendo la deficiencia de este método tradicional de planificación, programación y control se ha ideado un nuevo método: a) Método de la Trayectoria Crítica ("Critical Path Method" o "CPM Method") y b) Método Pert ("Program Evaluation and Review Technique"), quedando el diagrama de barras como método de programación y control.

Estos métodos ya han sido tratados en otras tesis por lo que sólo entraré a definirlos básicamente.

Una vez hecha la representación de un plan para un proceso productivo mediante una gráfica de flechas, se hace el análisis de tiempo o programación del mismo. En este análisis se supone que la longitud de cada flecha en el diagrama es: en el método CPM, una duración seleccionada (de acuerdo con algún criterio) para la actividad correspondiente, y con el método PERT, la duración media de la actividad correspondiente. Con base en estas longitudes, se encuentra la sucesión de flechas cuya suma de longitudes es máxima donde este valor es la duración (media, si se utiliza el método PERT) del proceso productivo en cuestión y las actividades de dicha sucesión se denominan críticas y a la sucesión se le llama trayectoria crítica.

Del análisis básico precedente se encuentra que, salvo las actividades críticas, las otras actividades del proceso productivo pueden disponer de cierto tiempo para retrasar su terminación sin retrasar la duración del proceso. A ese tiempo se le llama "holgura total" de la actividad. El conocimiento de las holguras totales para las actividades no críticas, es de gran utilidad para fijar sus tiempos de iniciación de manera que los recursos requeridos para ejecutar el proceso no excedan en ningún tiempo durante la ejecución del proceso, a los recursos disponibles.

En el método PERT, además, es posible determinar las probabilidades que se pueda terminar un determinado grupo de actividades, o el proceso en conjunto, a un tiempo dado.

Existe otro método que es casi desconocido y es el "Roy Método" de origen francés y similar al PERT.

## Punto 4

**APLICACION DE LOS METODOS ATENDIENDO A LAS  
CARACTERISTICAS ESPECIFICAS DE LOS  
TIPOS DE PROBLEMAS.**

Si observamos los diferentes trabajos que se realizan, puedo decir que los hay:

- a) con precedencias inmediatas
- b) sin precedencias inmediatas
- c) mixtas.

Y que dependiendo de estas condiciones podremos aplicar los métodos ya descritos para mejor claridad ejemplificando la utilización de estos métodos dando el enunciado del problema y su aplicación del método adecuado a él.

**4.1 Método de recorrido de las operaciones  
de un proceso.**

La aplicación de este método es para problemas donde las actividades están relacionadas por precedencias inmediatas, para este trabajo ilustraré el método con el proceso que realiza un estudiante de Ingeniería para efectuar su inscripción del semestre que va a cursar.

Distancia	Tiempo	Símbolo	Actividad
12 Kms.	20 mins.		Traslado a la Ciudad Universitaria, Facultad de Ingeniería.
	5 "		Solicitar formularios.
	1 "		Traslado a la Biblioteca.
	10 "		Llenar formularios.
	1 "		Regresar a la Secretaría.
	35 "		Hacer cola.
	1 "		Entregar formularios.
	5 "		Esperar revisión.
0.1 "	5 "		Ir a la Tesorería de la Universidad de San Carlos.
	50 "		Hacer cola.
	5 "		Hacer los pagos respectivos.
0.1 "	5 "		Regresar a la Secretaría.
	25 "		Hacer cola.
	1 "		Entregar documentos.
12 "	20 "		Regresar a casa.

## 4.2 Método de Actividades Múltiples.

La aplicación de este método es para problemas donde las actividades no están relacionadas por precedencias inmediatas, para este trabajo ilustraré el método con la construcción de un muro de hormigón armado de 2.00 m. de altura, sin elementos mecánicos, donde trabajan cuatro obreros de la siguiente manera:

- PRIMER OBRERO:** Trabaja en remover el hormigón sobre una tarima y llenar una cubeta. Llena la cubeta en 5 segundos y amasa 15 segundos el hormigón, estando el resto del tiempo inactivo.
- SEGUNDO OBRERO:** Transporta la cubeta. Emplea 10 segundos en llevarla cuando el primero la ha llenado y 2 segundos en entregarla al tercer obrero que está a media altura en el encofrado. Espera a que éste la vacíe y tarda 7 segundos en recogerla y volver junto al primer obrero.
- TERCER OBRERO:** Emplea 2 segundos en coger la cubeta que la entrega al segundo obrero, la eleva y la vierte dentro del encofrado, devolviendo la cubeta. En total trabaja 9 segundos por ciclo.
- CUARTO OBRERO:** Apisona el hormigón cuando el anterior termina de volcarlo. Emplea 10 segundos.

En el método actual se resuelve con el número de operarios que se dan como dato, en cambio en el ensayo se determina el número de operarios que dan más eficiencia y se obtiene el resultado del problema como se observa en las gráficas a continuación.

Trabaja en remover el hormigón sobre una tarima y llenar una cubeta. Llena la cubeta en 5 segundos y amasa 15 segundos el hormigón, cuando el resto del tiempo inactivo.

Transporta la cubeta. Emplea 10 segundos en llevarla cuando el primero la ha llenado y 2 segundos en entregarla al tercer obrero puesto a medio altura en el encofrado. Espera a que éste la vacíe y tarda 7 segundos en recogerla y volver junto al primer obrero.

Emplea 2 segundos en cargar la cubeta que la entrega el segundo obrero, la eleva y la vacía dentro del encofrado, devolviéndola al cubeta. En total trabaja 9 segundos por ciclo.

Aplica el hormigón cuando el primer obrero termina de vaciarla. Emplea 10 segundos.

PRIMER OBRERO

Llenar formularios.  
Regresar a la Secretaría.

SEGUNDO OBRERO

Entregar formularios.  
Esperar revisión.  
Ir a la Secretaría de la Universidad de San Carlos.

TERCER OBRERO

Trabaja según los planos.  
Trabaja al a su vez.

CUARTO OBRERO

Trabaja según los planos.  
Trabaja al a su vez.

CONSTRUCCION DE UN MURO DE HORMIGON DE 2.00 M. DE ALTURA

"METODO ACTUAL"

	<u>OPERARIO 1</u> AMASADOR Y LLENADOR	<u>OPERARIO 2</u> TRANSPORTADOR	<u>OPERARIO 3</u> VERTEDOR	<u>OPERARIO 4</u> APISONADOR
0				
2	AMASA HORMIGON			
4				
6				
8				
10	LLENA CUBETAS			
12				
14				
16		TRANSPORTA		
18		CUBETAS		
20				
22				
24				
26		ENTREGA	RECIBE	
28				
30			VIERTE	
32			CONTENIDO	
34				
36		REGRESA		
38		CUBETAS		APISONA
40				
42				
44				

RENDIMIENOTOS

OPERARIO 1:  $(15/44)100: 0.34 \times 100: 34\%$

OPERARIO 2:  $(19/44)100: 0.43 \times 100: 43\%$

OPERARIO 3:  $( 9/44)100: 0.20 \times 100: 20\%$

OPERARIO 4:  $(10/44)100: 0.23 \times 100: 23\%$

RENDIMIENTO TOTAL:  $120/4: 30\%$

CONSTRUCCION DE UN MURO DE HORMIGON DE 2.00 M. DE ALTURA

"SEGUN METODO PROPUESTO EN EL ENSAYO"

	<u>OPERARIO 1</u> AMASADOR Y LLENADOR A	<u>OPERARIO 2</u> AMASADOR Y LLENADOR B	<u>OPERARIO 3</u> TRANSPORTA- DOR A	<u>OPERARIO 4</u> TRANSPORTA- DOR B	<u>OPERARIO 5</u> VERTEDOR	<u>OPERARIO 6</u> APISONADOR			
0									
1	AMASA CICLO 2	AMASA CICLO 1	ENTREGA CICLO 2	TRANSPORTA CICLO 1	RECIBE CICLO 2	APISONA CICLO 1			
2									
3									
4									
5	LLENA CUBO CICLO 2				REGRESA CICLO 1		TRANSPORTA CICLO 1	VIERTE CICLO 2	
6									
7									
8									
9									
10									
11	AMASA CICLO 2			ENTREGA CICLO 1	RECIBE CICLO 1	APISONA CICLO 2			
12									
13									
14									
15		LLENA CUBO CICLO 1	TRANSPORTA CICLO 2	REGRESA CICLO 2	VIERTE CICLO 1				
16									
17									
18									
19									
20									

RENDIMIENTOS

OPERARIO 1: (20/20)100: 1.00 x 100: 100%

OPERARIO 2: (20/20)100: 1.00 x 100: 100%

OPERARIO 3: (19/20)100: 0.95 x 100: 95%

OPERARIO 4: (19/20)100: 0.95 x 100: 95%

OPERARIO 5: (18/20)100: 0.90 x 100: 90%

OPERARIO 6: (20/20)100: 1.00 x 100: 100%

RENDIMIENTO TOTAL: 580/6: 96.67%

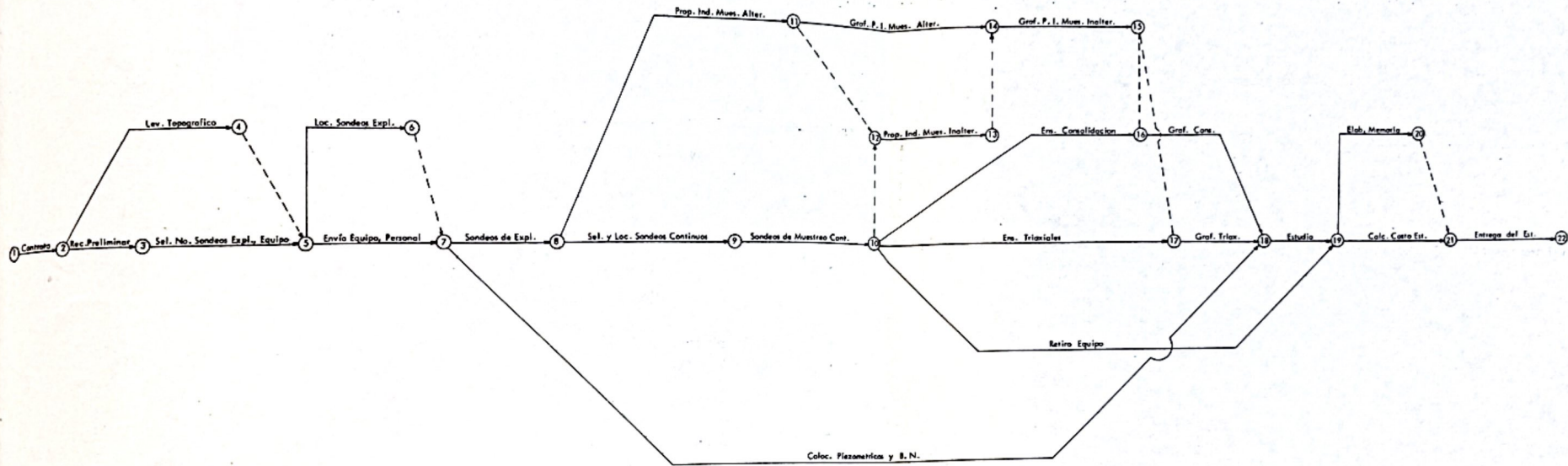
### 4.3 Métodos nuevos de Planificación.

La aplicación de estos nuevos métodos están si endo un factor importante para el desarrollo de un proyecto, ya que son técnicas poderosas aunque básicamente simples para analizar, planear y programar proyectos grandes y complejos. Estos métodos en realidad se deben agrupar en uno solo y llamarlo el "METODO DE LA TRAYECTORIA CRITICA", pues la diferencia básica entre C.P.M. y PERT es la determinación de los tiempos de cada actividad. El C.P.M. toma el tiempo con relación a algún criterio, mientras que en el PERT el tiempo que se emplea tiene su base en un concepto estadístico. Para el tiempo a emplear en el PERT se hacen tres estimaciones de tiempo para cada actividad, siendo ellas: una optimista, otra normal que se fija de acuerdo con la experiencia de la persona cuya estimación considera la más probable, y la otra, una pesimista; con las cuales se calcula la duración probable de la actividad.

No entraré en detalle más profundo de este método ya que han sido tratados en otras tesis, pero en esencia puedo decir que el "METODO DE LA TRAYECTORIA CRITICA" nos ayuda a determinar que trabajos o actividades, de los muchos que contiene un proyecto, son "críticos" o decisivos en su efecto y en la duración total del proyecto y como programar mejor todos los trabajos, a fin de llegar a una meta con un tiempo y costo mínimo.

El ejemplo que daré a continuación no estarán incluidos los tiempos ya que el fin de este trabajo es análisis de planificación y no de programación, por lo que se incluirán actividades con sus respectivas precedencias y para este caso incluiré el plan para un estudio de Mecánica de Suelos.

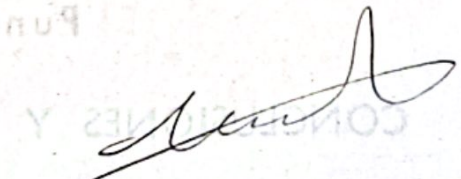
EVENTO	ACTIVIDAD		PRECEDENCIA	TIEMPO	PERSONAL
	No.	DESCRIPCION			
1-2	1	Contrato			
2-3	2	Reconocimiento Preliminar	1		
2-4	3	Levantamiento Topográfico	1		
3-5	4	Selección del Número de Sondeos de Expl., Equipo	2		
5-6	5	Localización de Sondeos de Exploración	3,4		
8-9	6	Selección y localización de sondeos continuos	9		
5-7	7	Envío de equipo, personal, etc.	4		
7-18	8	Colocación de piezométricos y B. N.	7		
7-8	9	Sondeos de Exploración	5,7		
9-10	10	Sondeos de muestreo continuo	6		
8-11	11	Prop. índice (P.I.) muestras alteradas	9		
12-13	12	Prop. índice (P.I.) muestras inalteradas	10,11		
10-16	13	Ensayos de Consolidación	10		
10-17	14	Ensayos triaxiales	10		
11-14	15	Gráficas P.I. muestras alteradas	11		
14-15	16	Gráficas P.I. muestras inalteradas	12,15		
16-18	17	Gráficas de consolidación	13,16		
17-18	18	Gráficas de triaxiales	14,16		
18-19	19	Estudio	8,17,18		
19-20	20	Elaboración de la memoria	19		
19-21	21	Cálculo del costo del estudio	19,22		
10-19	22	Retiro de equipo	10		
21-22	23	Entrega del estudio	20		



## Punto 5

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 5.1 La Planificación es base para un buen programa, si no se establece un programa no se pueden establecer tampoco sistemas de control adecuados, donde se puede ver el objetivo y sencillez de una obra de Ingeniería sin estar físicamente establecida en ella, lo cual redundaría en menor capacidad de llevar simultáneamente varias obras por pequeñas que estas sean.
- 5.2 Si se planifica una obra se tiene la seguridad de que se terminará en el tiempo aceptable obtenido por el establecimiento del método adecuado, con el mayor aprovechamiento de los recursos y por consiguiente con márgenes de utilidad previstos.
- 5.3 Bajo el aspecto económico un proyecto planificado redundará en beneficio de los contratistas dándoles su utilidad prevista y de los usuarios contratados obteniendo una obra de calidad y de bajo costo.
- 5.4 En proyectos a nivel nacional la economía que se obtiene en su ejecución dará margen al presupuesto nacional a realizar mayor número de proyectos, que redundan en beneficio del desarrollo socio-económico del país.
- 5.5 El método de recorrido de las operaciones de un proceso y el método de las actividades múltiples pueden utilizarse para la secuencia de procesos pequeños que en muchos casos forman parte del proceso general de construcción para el cual el método más adecuado es el método de la trayectoria crítica (PERT-CPM).



(f) ~~Rodolfo G. Hermosilla M.~~

Vo. Bo.

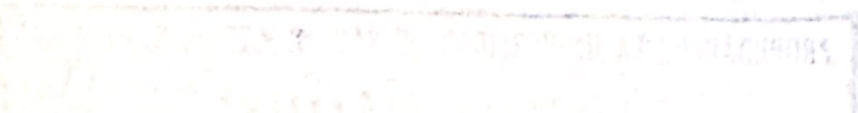
(f) Ing. H. Manuel Rivera  
Asesor.

Vo. Bo.

(f) Ing. Enrique Godoy  
Jefe del Departamento  
de Planificación

IMPRIMASE:

(f) Ing. Amando Vides T.  
Decano.



## BIBLIOGRAFIA.

METODOS MODERNOS DE PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE PROCESOS PRODUCTIVOS.

Melchor Rodríguez Caballeros.

PLANIFICACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION.

Antonio Arjona Ciria.

INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO.

Oficina Internacional del Trabajo.

MANUAL DE INGENIERIA DE LA PRODUCCION INDUSTRIAL.

H. B. Maynard.

ENSAYO SOBRE SOLUCIONES MATEMATICAS PARA DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES MULTIPLES.

H. M. Rivera, V. A. Samayoa, F. Méndez.

THE CRITICAL PATH METHOD.

Shaffer, Ritter y Meyer.

Se terminó de imprimir el día  
25 de Octubre de 1967  
en el  
Centro de Producción de Materiales  
de la  
Universidad de San Carlos de Guatemala

100 Ejemplares.

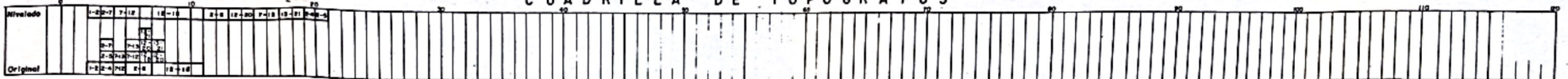
Nº 31

Centro de Producción de Materiales  
Universidad de San Carlos de Guatemala

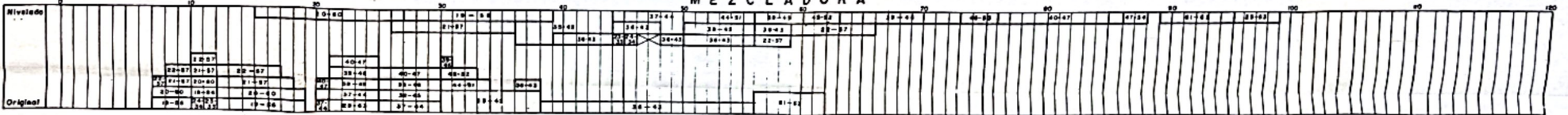
CUADRILLA DE SERVICIOS



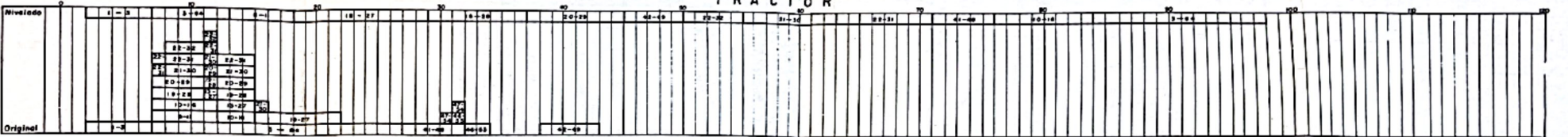
CUADRILLA DE TOPOGRAFOS



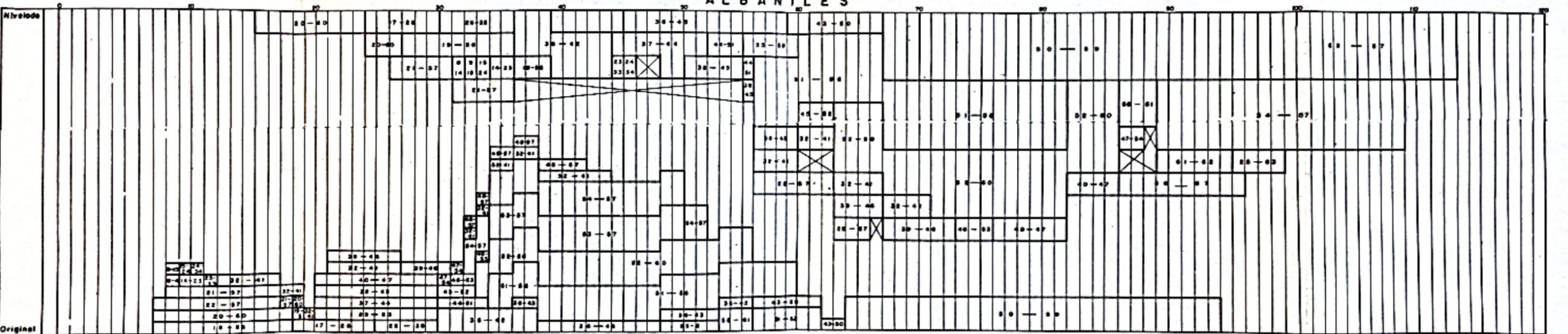
MEZCLADORA



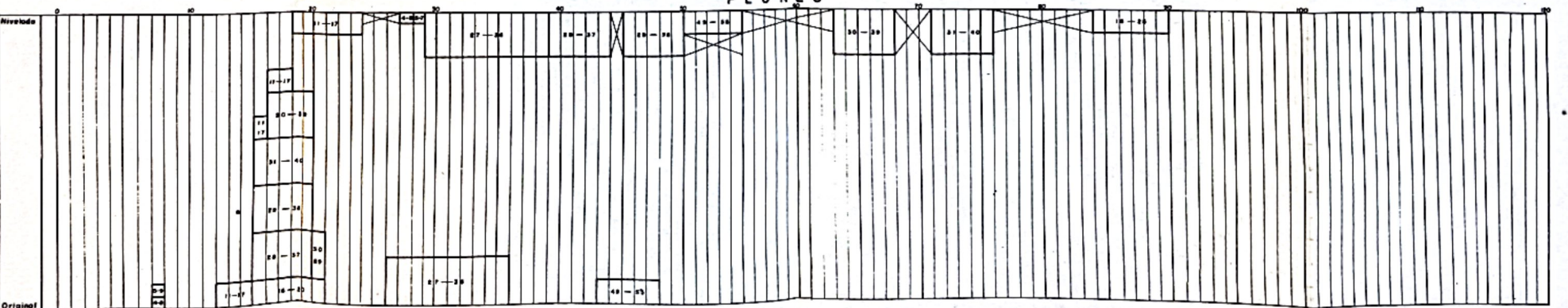
TRACTOR



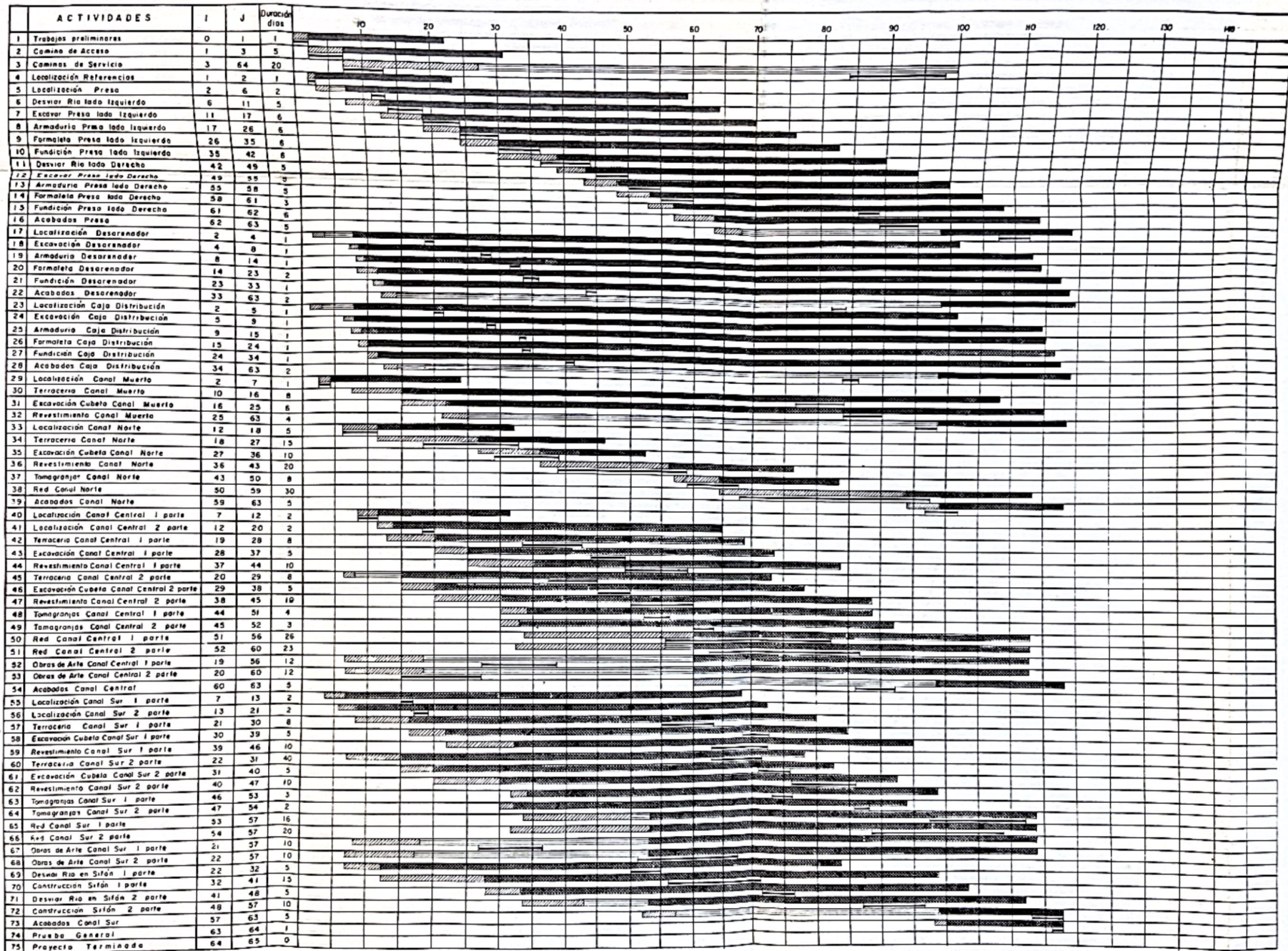
ALBAÑILES



PEONES



CUADRO DE CASTILLOS DE PERSONAL Y EQUIPOS  
PROYECTO "EL TEMPISQUE"



 Actividad  
 Holgura Libre  
 Holgura Total  
 Actividad Definitiva

## DIAGRAMA DE BARRAS

### PROYECTO EL TEMPISQUE

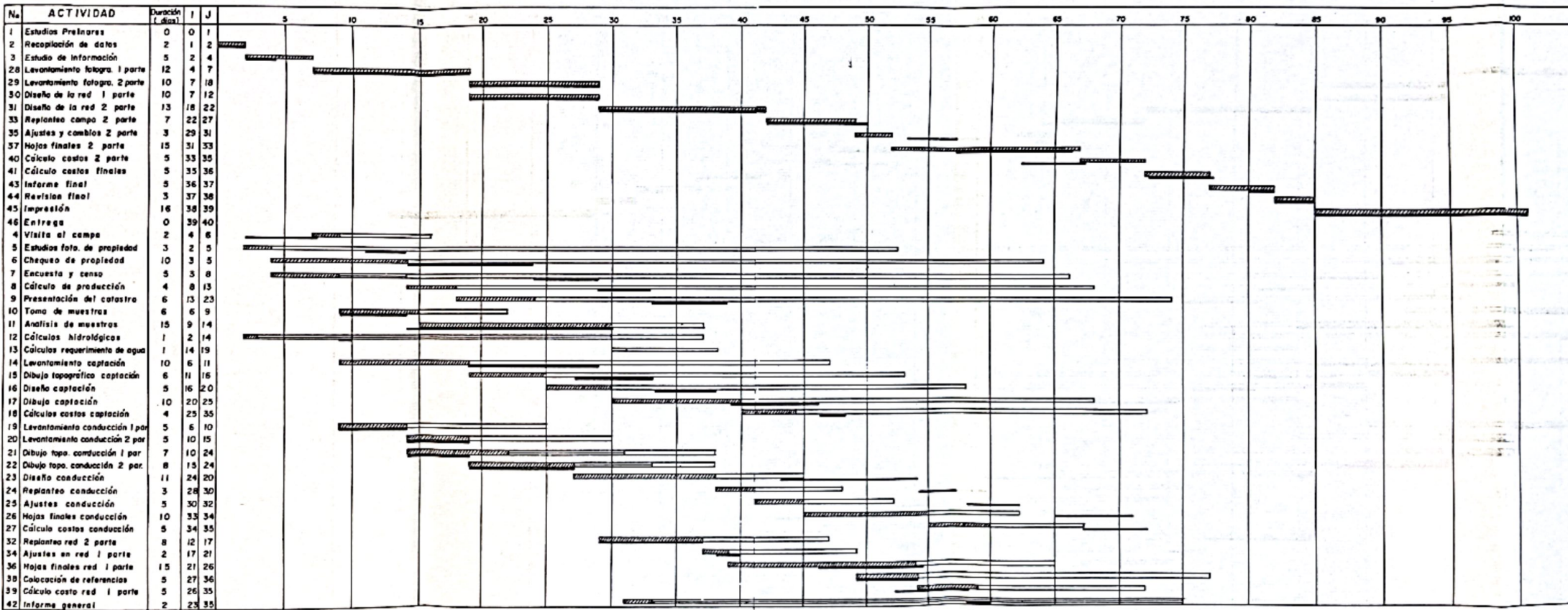
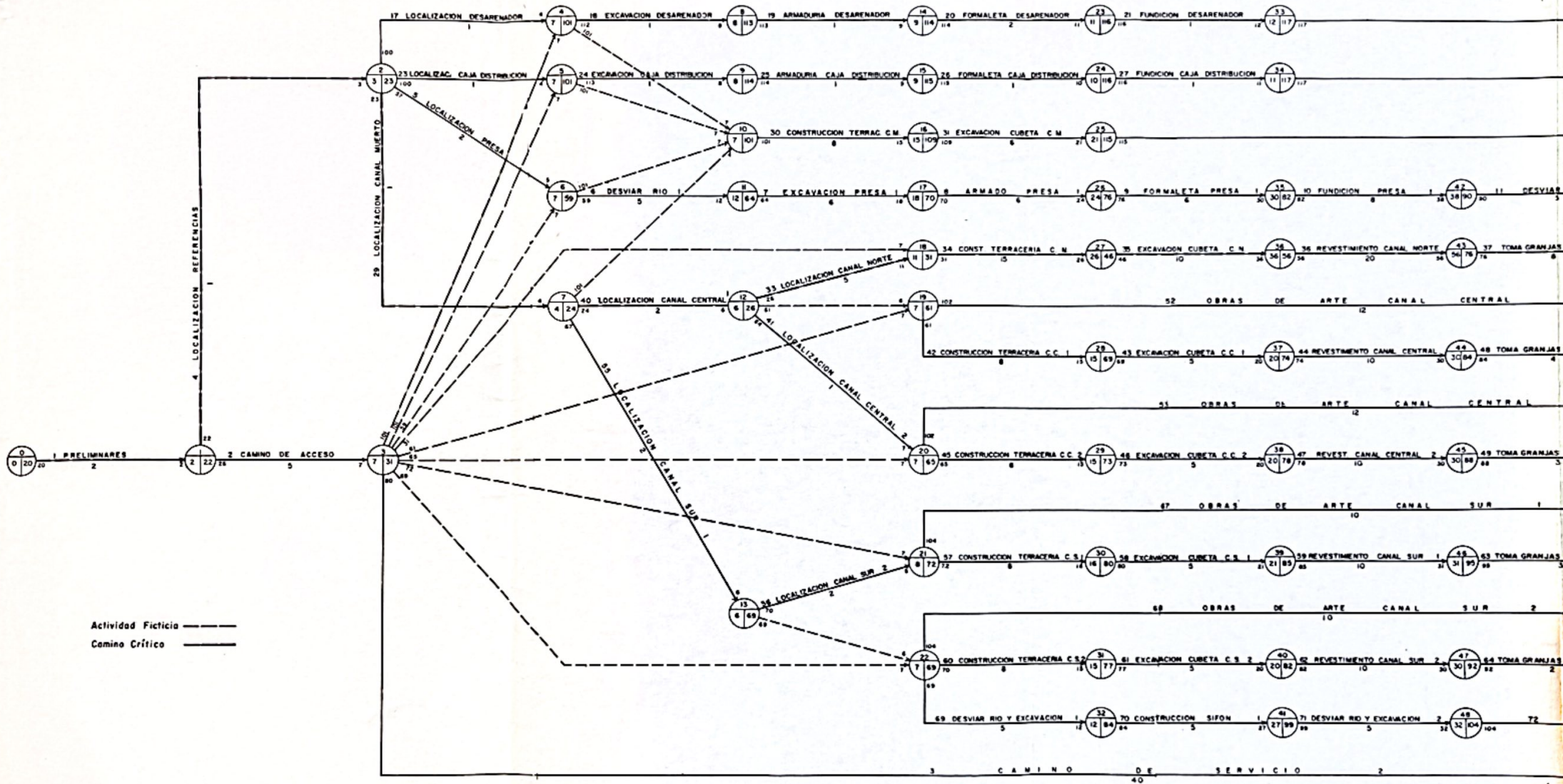


DIAGRAMA DE BARRAS

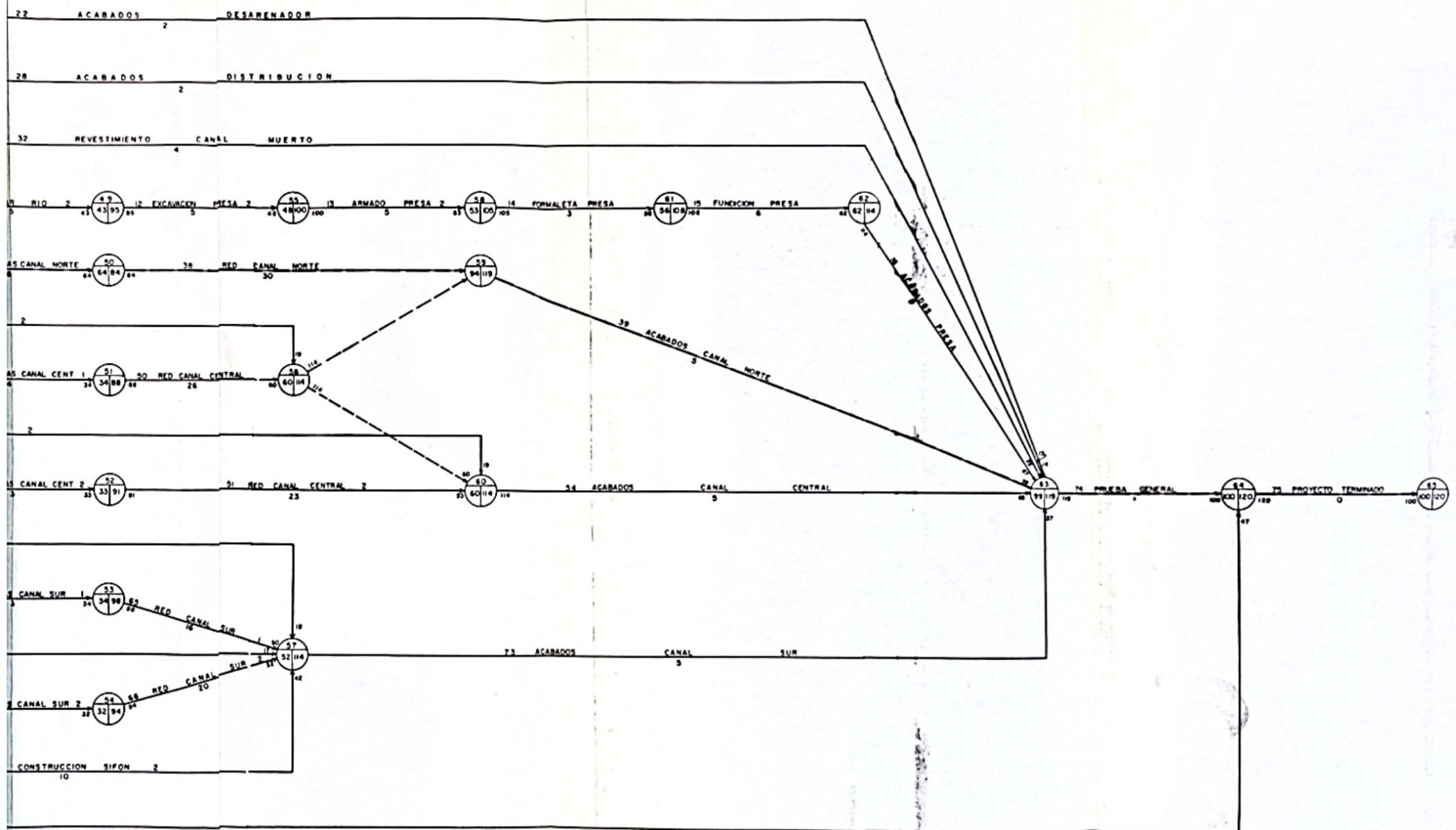
PROYECTO "NICA"

- █ ACTIVIDAD
- ▬ HOLGURA LIBRE
- ▬ HOLGURA TOTAL
- ACTIVIDAD DEFINITIVA





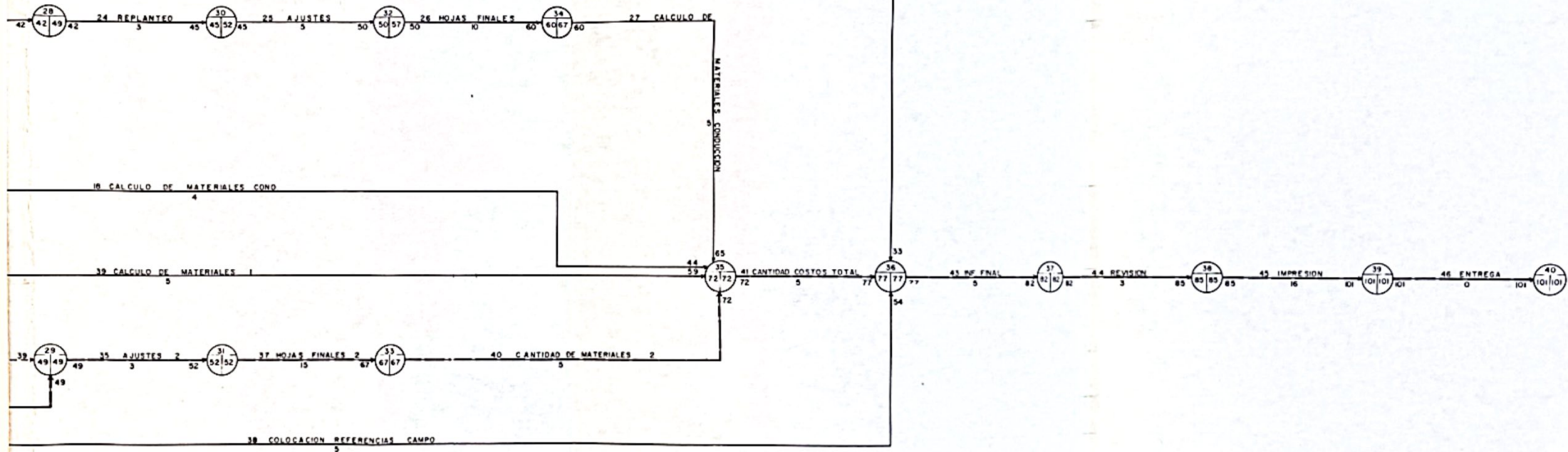
**RED DEL PROYECTO "EL"**



**TEMPISQUE"**



42 INFORME GENERAL  
2



ECTO NICA

PROYECTO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central