



27
115

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

PROGRAMACION DE OBRA

T E S I S

Que para obtener el Título de:

Ingeniero Civil

P r e s e n t a:

Gerardo Marí Rodríguez



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Al Pasante señor GERARDO MARI RODRIGUEZ
P R E S E N T E

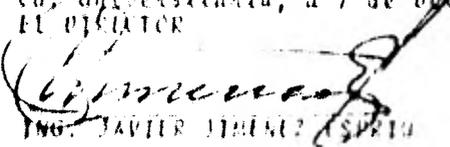
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Francisco Salas Alemán, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL

PROGRAMACION DE OBRAS

- I. Introducción
- II. Métodos de Programación
- III. Ejemplo ilustrativo
- IV. Conclusiones
- V. Bibliografía

Puego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 1 de octubre de 1981
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMÉNEZ ESPINO

C O N T E N I D O

PROGRAMACION DE OBRAS

- I. INTRODUCCION
- II. METODOS DE PROGRAMACION
- III. EJEMPLO ILUSTRATIVO
- IV. CONCLUSIONES
- V. BIBLIOGRAFIA

PROGRAMACION DE OBRA

I.- INTRODUCCION.

En toda obra, es necesario programar las actividades por desarrollar, con los requerimientos de personal, materiales y equipo para cumplir con el tiempo y costo previsto, así también se requiere programar inversiones y recuperaciones. Para esto se elaboran programas.

Los programas son indispensables para definir prioridades de ejecución y tener anticipadamente el material y personal requerido, debe verificar el Coordinador y Constructor el cumplimiento de lo indicado en el programa para corregir oportunamente las desviaciones al mismo,

El término "programa" significa la representación de todas las actividades involucradas en la realización de un fin o propósito fijado con anterioridad, ordenándolas lógicamente y determinando la duración de cada una de ellas. En el caso particular de una obra, representa el desarrollo lógico de la construcción misma,

Un programa es una herramienta de trabajo que se debe utilizar para alcanzar con éxito el fin propuesto.

El éxito o el fracaso de un sistema de programación depende, básicamente, de que tan realista se hayan planteado las bases sobre las cuales se fundamentó el programa. Aunque las informaciones obtenidas sean desfavorables deben considerarse datos reales dentro de la elaboración del mismo.

Entre más cuidadosa sea la programación del proceso, mayor será el aprovechamiento de los recursos disponibles y por lo tanto, mejor será el resultado de su ejecución.

Por lo anterior, se hace necesario la creación de técnicas que nos lleven al control de la ejecución de las obras, de donde nacen los programas de construcción.

Los programas de construcción establecen la necesidad de considerar, determinar y medir todas las actividades constructivas, tanto principales como secundarias que intervienen en su realización, los mecanismos de los métodos de programación en su conjunto hacen posible la planeación y programación previendo anticipadamente los resultados que se desean alcanzar en el futuro.

La flexibilidad que obtiene la ejecución de los programas facilita el poder introducir mejoras a la programación inicial de una obra, antes de su inicio o aún cuando ya se encuentre en proceso de construcción.

La importancia del factor tiempo en los procesos de construcción es cada día más relevante derivado de hechos tan importantes como los siguientes:

- a).- Una prolongación del tiempo de terminación en las obras representa un incremento en los costos de construcción.

- b).- Sin una programación adecuada de las diferentes actividades parciales y totales que interviene en el proceso, sería imposible el control y la ejecución de la marcha del tiempo - en cada actividad y en particular en el proyecto constructivo en general.

Por medio de un programa se puede obtener importantes informaciones, entre los que se pueden enunciar las siguientes:

- a). Obtención de una fecha de iniciación y terminación importante tanto para el cliente como para el contratista.

- b). Obtención de las necesidades de material. Con esta información el constructor puede racionalizar sus pedidos de material, lo cual, le permite, además de contar con una seguridad de entrega, tener costos adecuados por financiamiento de almacén.

- c). Obtención de necesidades de personal. Por medio de un pro

grama se puede conocer la cantidad y calidad de personal necesario para llevar a cabo una obra, así como diferentes aspectos que en determinadas circunstancias se presentan, como puede ser: Construcción de alojamiento, --- transporte, etc.

- d). Obtención de erogaciones y recuperaciones. Por medio de un programa, se calcula el capital necesario para financiar la obra, sumando las inversiones semanarias o mensuales y restando las estimaciones o cobros. Las erogaciones se calculan por medio del dinero invertido en pago - del personal, compra de materiales y alquiler o compra - del equipo para una unidad de tiempo, semanal, quincenal o mensual según el pago de las estimaciones. El programa de erogaciones y recuperaciones se ilustra por medio de barras verticales, en donde para una unidad de tiempo se dibujan las erogaciones y las recuperaciones.
- e). Obtención de necesidades de maquinaria y equipo. Mediante este programa se conoce un punto primordial en donde la economía de las obras referente a la actividad e inactividad de la maquinaria y equipo.
- f). Coordinación con los trabajos de los subcontratistas.
- g). Obtención de un plan de supervisión de obra adecuado. Es muy común observar en las obras en que no se tiene establecido un programa, que el constructor desperdicia esfuerzos en actividades que no son importantes y descuida aquellas que sí lo son. El programa es un arma muy valio

sa para seleccionar día con día las actividades que merecen estrecha y especial vigilancia y no poner demasiada atención en aquellas que tienen cierta holgura.

Dependiendo del grado de desglose que se desee, las etapas -- propuestas dentro de un programa son susceptibles a dividirse en -- más actividades, así se requiere mayor detalle

Es fácilmente comprensible que el tiempo perdido en elaborar un buen programa, es el tiempo mejor aprovechado en el transcurso de la construcción de la obra.

En la elaboración de un programa pueden presentarse:

- a). Que el programador sea la persona indicada para la elaboración del programa del proceso a realizar y el residente deberá tratar de ejecutarse a éste lo mejor posible. Se debe hacer notar que el programador tiene la suficiente capacidad y experiencia para la correcta elaboración de su objetivo.
- b). Que el programador no sea capaz, por sí solo, de realizar una programación que cumpla con todas las necesidades del proyecto, o bien, que ésta se tenga que elaborar conjuntamente con el residente encargado de llevarla a cabo y vigilar la correcta ejecución de la obra, debido a diversos requisitos, como puede ser: el empleo de un sistema constructivo en particular, etc.

En resumen, para elaborar un Programa de Obra, se deben seguir los incisos que a continuación se indican.

- a). Análisis de actividades, se determinan las actividades - que intervienen en el proyecto y ejecución de la obra, - las cuales tienen un orden de ejecución, desglosándolos según convenga a la importancia en cuestión.
- b). Con las actividades, se elabora un diagrama de secuen---cias de las actividades, en donde se indican preceden---cias y duraciones de las actividades.
- c). Programación, se calculan las duraciones acumuladas de - todas las actividades en sus diferentes caminos y ajusta al plan de ejecución de acuerdo a los recursos, analizando varias alternativas para elegir la más adecuada.
- d). Análisis de costos de alternativas de programa, con las alternativas, se analizan los costos para cada una, considerando los costos de cada actividad para elegir el -- programa más económico.
- e). Control de materiales y personal, los programas de obra se pueden auxiliar con tablas de control de personal, materiales y equipo, basadas en el programa, debiendo prevenir anticipadamente su suministro.

II. METODOS DE PROGRAMACION.

Existen diferentes métodos que se utilizan en la planeación y administración de todo tipo de proyectos, entre los cuales se encuentran los siguientes:

El método CPM (Critical Path Method) también conocido con los siguientes nombres: Camino o Trayectoria Crítica, Análisis del Camino, Análisis de Redes, Programación de la Ruta Crítica, Estimación y Programación del Costo Mínimo, pero la designación Método de la Ruta Crítica es la más satisfactoria, ya que no implica limitaciones en su uso. En síntesis es la representación a través de un modelo de red o diagrama de actividades que compone el proyecto y que indica los tiempos de ejecución de las diversas actividades y el plazo de duración total en la construcción en el menor tiempo posible.

El método PERT (Project Evaluation and Review Technique). El cual se basa en una triple estimación de las duraciones obtenidas como en el CPM, a través de consultas con expertos en cada una de las tareas que componen el proyecto, siendo estas estimaciones las siguientes:

- 1.- Estimación Optimista.
- 2.- Estimación Pesimista.
- 3.- Estimación Más Viable.

Estimación Optimista, se refiere al tiempo mínimo que requiere una actividad en condiciones favorables y que nada se oponga a su realización.

Estimación Pesimista, se refiere al tiempo máximo que se supone puede desarrollarse una cierta tarea en condiciones desfavorables.

Estimación Más Viable, se refiere a la duración de cierta actividad o tarea si las cosas suceden normalmente durante su realización, duración estimada por un cierto número de expertos basados en la experiencia de problemas semejantes.

Recientemente se ha introducido el costo como dato siendo conocido este sistema como PERT CO (PERT con costo) Por lo anterior, es importante comprender que los sistemas PERT constituyen un enfoque probabilístico de los problemas de planeación y control de proyectos, y son más apropiados para la información sobre trabajos en los que existe mayor grado de incertidumbre.

Existen además otros tipos de métodos, como el método de Planeación y Control, originalmente llamado Programación y Planeación de Proyectos (PPS), que incluye los trabajos de diseño, construcción y mantenimiento, necesarios para obras complejas. El PPS requiere estimaciones de costos y tiempos realistas y es, por tanto, más efectivo que el PERT.

Para analizar o revisar un problema de construcción en el que se haya empleado el PERT o el CPM, es necesario primero, preparar un diagrama o "modelo" en la forma de una red esquemática que presente todas las operaciones componentes y las relaciones de unas con otras.

Cualquier proyecto de construcción puede dividirse con un número considerable de procesos u operaciones, cada uno de los cuales puede ejecutarse por diferentes combinaciones de:

- a).- Métodos de construcción.
- b).- Equipo.
- c).- Capacidad de cuadrillas.
- d).- Horas de trabajo.

El método PERT o CPM se pueden aplicar tanto a la preparación del proyecto como a su ejecución, siempre que se trate de un conjunto de tareas bien definidas, con duraciones que puedan estimarse adecuadamente y que estén ordenadas en secuencias lógicas establecidas.

Estos dos sistemas persiguen pues, los mismos objetivos, se podría decir que emplean un método análogo. De hecho, los dos se basan en una red de conexiones lógicas expresadas como una gráfica, trabajan con estimaciones de los tiempos de duración de las actividades que componen el proyecto, buscan identificar las tareas, even

tos críticos según el mismo concepto y calculan los márgenes de tiempo de los elementos no críticos de la red para fines de programación y control del proyecto como un todo.

La determinación gráfica de la programación de un proyecto de construcción a través de un modelo de red, permite contar con un medio de información que define con claridad y da ubicación en el tiempo, a todas las actividades a realizar para alcanzar los objetivos de la edificación, en los plazos previstos, señalando el orden y prioridad de las actividades, las fechas convenientes para la contratación de mano de obra, para el abastecimiento de materiales, para la contratación de equipo, etc.

Para esto existe el diagrama de barras, que es el resultado de la determinación de los tiempos de todas las actividades que intervienen en el proyecto, así como el ordenamiento físico de cada una de las etapas de realización de cada actividad. Este diagrama también denominado diagrama de Gantt.

Después de haber elaborado el diagrama de barras, es posible inducir una solución más objetiva y por lo mismo más sencilla que el método de Gantt aplicado posteriormente al CPM. Si aceptamos que los dos métodos son complementarios, la mejor solución sería unirlos en un sólo sistema al cual denominaremos "SISTEMA CPM-GANTT", ya que reúne las cualidades de los dos y subsana los posibles defectos de los mismos considerados aislados.

11.1 METODO DE LA RUTA CRITICA.

El método de la ruta crítica es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y el costo óptimo. Este método es aplicable en cualquier situación en la que se tenga que llevar a cabo una serie de actividades o tareas relacionadas entre sí, para alcanzar un objetivo determinado.

Tiene como elementos básicos: un diagrama o red y una ruta crítica. El diagrama está formado por eventos y actividades. El evento es un momento dentro del proceso constructivo que no consume tiempo ni recursos; representa la iniciación o terminación de una actividad. Los eventos deben sucederse en una secuencia lógica y se representa por medio de círculos. La actividad es la ejecución física de una labor que consume tiempo y recursos; se representa por una flecha, quedando enmarcada entre dos eventos.



Una actividad ficticia es aquella que no consume tiempo ni recursos y se representa por: - - - - → , se usa solamente, para expresar restricciones que define el proceso constructivo, como son las dependencias entre actividades.

El conjunto de actividades constituye una cadena y el conjunto de cadenas, ligadas entre sí, constituye la red o diagrama.

Los eventos que siguen inmediatamente a otro se llaman eventos subsiguientes y los eventos que están inmediatamente antes de otro se llaman antecedentes o precedentes. Lo mismo sucede con las actividades.

En el siguiente diagrama, la actividad B es subsiguiente de la actividad A, significa además que para que pueda ejecutarse B, tiene que haberse ejecutado A; el evento 1 es precedente del evento 2.



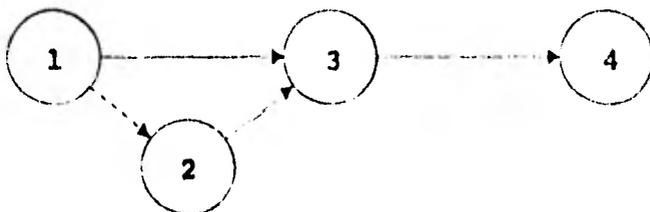
Para preparar un diagrama de flechas se deben contestar tres preguntas básicas sobre cada actividad específica:

- a).- ¿Qué actividades preceden inmediatamente la ejecución de esta?
- b).- ¿Qué actividades deben llevarse a cabo inmediatamente después?

pues de realizar ésta?

c).- Qué actividades pueden realizarse al mismo tiempo que ésta?

Hay ocasiones en que dos actividades que parten de un mismo evento han de realizarse inmediatamente antes de una misma actividad y por lo tanto llegan al mismo evento, en este caso podemos hacer uso de las actividades ficticias y el diagrama nos quedaría de la siguiente manera:



Los eventos hay que enumerarlos de tal manera que el número del evento inicial, corresponda a un numeral menor que el del evento final. Ver diagrama anterior.

Obsérvese el siguiente diagrama:



donde, en la parte superior del círculo se coloca el número que corresponde a cada evento y en la parte inferior de la flecha la du-

ración de la actividad que corresponda.

DEFINICIONES:

Ip: Tiempo de iniciación más próximo de la actividad.

Ir: Tiempo de iniciación más remoto de la actividad.

Tp: Tiempo de terminación más próximo de la actividad.

Tr: Tiempo de terminación más remoto de la actividad.

Para encontrar el tiempo de iniciación más próximo de cada actividad se requieren tres cosas:

1.- Fecha de iniciación del proyecto.

2.- La relación en secuencia de las actividades del proyecto- hasta llegar a la actividad que nos ocupa.

3.- La duración de cada actividad del proyecto, que en cadena anteceden a la actividad que se analiza.

La fecha de iniciación del proyecto puede representarse por el tiempo cero y luego desarrollar números con relación a esta base,

Si tenemos el siguiente diagrama:



El Ip de la actividad 2-3 se calcula $0 + 8 = 8$, que a su vez sería el Tp de la actividad 1-2.

Cuando a un evento concurren varias actividades el Ip que debemos tomar es el de mayor valor.

Las actividades ficticias se manejan como si fueran trabajos reales con una duración nula.

Si tenemos calculados todos los Ip de un diagrama y vemos que el Ip correspondiente al último evento es X, conocemos la duración del proceso. Para el último evento se acepta que $Ip = Tr$.



El Tr de la actividad 4-5 se calcula Tr menos d, por lo tanto $Tr = X - 5$,

Todos los demás Tr del diagrama se calculan de la misma forma yendo del último evento hasta el primero. Si de un evento parten dos o más actividades, al venir efectuando el cálculo de los Tr tendremos dos o más Tr para un solo evento. Debemos de escoger el de menor valor de todos ellos.

La red constituye un modelo gráfico de la obra, por lo que su semejanza con el fenómeno que representa es fundamental para que las virtudes de este sistema de programación pueda ser debidamente aprovechadas. Es indispensable que el programador conozca a fondo el proceso constructivo de la obra que habrá que analizar, pues de este conocimiento habrán de derivarse tanto el listado de conceptos que se incluirán en el programa, con sus interrelaciones y tiempos de duración de cada concepto programado.

Para estimar el tiempo que puede durar una actividad se necesita conocer los rendimientos de maquinaria, hombres, etc; resultando una función del volumen de obra por ejecutar y de las condiciones en que se desarrollará la obra, así como del método constructivo que se vaya a utilizar.

Al sumar las duraciones de todas las actividades encontraremos la duración total del proyecto y veremos qué actividades pueden retrasarse sin que afecte a la duración total del proyecto y cuáles son las actividades críticas, las actividades que al retrasarse no afectan a la duración total del proyecto se dice que tienen holgura, en cambio, las actividades críticas no tienen holgura y en consecuencia no deben retrasarse pues afectarían la culminación de la obra.

Las actividades no críticas tienen varios tipos de holguras las principales son la holgura total y la holgura libre.

HOLGURA TOTAL: Es el tiempo que puede desplazarse una actividad sin que se modifique la duración del proyecto.

HOLGURA LIBRE: Es el tiempo que puede desplazarse una actividad sin modificar la fecha de iniciación más próxima de las actividades que en cadena le siguen.

La holgura total se calcula con la diferencia de los tiempos remotos menos los tiempos próximos:

$$H_T = T_r - T_p = I_r - I_p$$

La holgura libre se calcula directamente del diagrama de flechas con la siguiente fórmula:

$$H_L = T_p - I_p - d$$

Para elaborar la ruta crítica se siguen los pasos:

- a).- Se enlistan las actividades que se van a desarrollar en la obra
- b).- Se calcula la duración de cada actividad, en función de los recursos.
- c).- Se analiza el orden de ejecución de actividades, teniendo en cuenta los requisitos de proceso y las condiciones particulares de la empresa que realizará la obra.

d).- Se forma la matriz de precedencia, por medio del inciso anterior, se encuentran las actividades inmediatamente después y las que comienzan inmediatamente antes de las actividades en cuestión.

e).- Elaboración del diagrama de flechas, determinando la actividad que inicia el procedimiento constructivo y la secuencia lógica de las actividades ayudándose con la matriz de precedencia.

f).- Con las duraciones de cada una de las actividades, se elabora la Ruta Crítica.

Son dos las condiciones que nos determinan si una actividad es crítica:

1.- Los dos valores del evento inicial y del final de una actividad deben ser idénticos tanto en el evento inicial como en el final de la actividad.

2.- La diferencia entre $T_r - I_p$ debe ser igual a la duración de la actividad.

Todo el conjunto de actividades críticas constituyen la RUTA CRÍTICA.

La utilización de la ruta crítica no es infalible, puesto que

está supeditada a la intervención humana y por consiguiente a fallas continuas. Seguramente la falla principal que presenta el uso de la ruta crítica es la planeación del proceso o proyecto en cuestión, por lo que hay que tener cuidado al establecerla.

Este método tiene como principal objetivo el indicar el "camino a seguir" en todo el desarrollo de la ejecución de una obra, dedicando mayor atención a aquellas actividades que en secuencia rigen la terminación de la misma en una fecha precisa.

II.2 DIAGRAMA DE BARRAS.

El diagrama de barras o diagrama de Gantt es una representación gráfica del tiempo que se ha estimado para las principales actividades del proyecto a ejecutar y con el cual se podrá llevar un control de obra que es muy importante en la fase constructiva. Este diagrama se deriva de la red de actividades.

El diagrama se forma como sigue:

- a).- Para las actividades que hemos seleccionado como conceptos del programa, habrá una barra que a cierta escala, representa el tiempo de ejecución de cada una de ellas.
- b).- Se convierte la escala de tiempos efectivos en una escala de días de calendario, haciendo coincidir el origen de la escala con la fecha de iniciación del proceso, se ajustan enseguida las posiciones de las barras que representan a las actividades teniendo en cuenta los días no laborables (días de descanso y días festivos).
- c).- Todas aquellas actividades que poseen holgura deben también representarse en el diagrama.

Los datos para construcción del diagrama de barras, son fun-

damentalmente las I_p , la duración y la holgura; de tal manera que si dibujamos para cada actividad una barra, iniciándola en la fecha correspondiente a un I_p , y prolongándola, a la escala debida - por toda su duración, habremos logrado un programa en el que no se han usado las holguras.

Si anotamos para cada período de tiempo, sobre la barra, el costo correspondiente al volumen de obra ejecutado, obtenemos el - importe de obra en ese lapso de tiempo, también con este sistema - podemos obtener las cantidades de dinero necesarias para ese avance de obra, para la distribución del personal, de la maquinaria, - etc; si la distribución general de la obra no nos es conveniente, - podemos hacer uso de las holguras, en forma total o parcial, hasta obtener una distribución lo más adecuada posible.

Es importante hacer notar que si desplazamos una actividad - en la totalidad de la holgura, puede suceder que toda la cadena se convierta en crítica.

Considerando la actividad 1-2 en donde $I_p = I_r = 0$ y $T_p = T_r = 5$; y la actividad 2-3 con holgura, en donde $I_p = 5$ y $T_p = 11$, - siendo la duración de 6 días, puede iniciarse también cuando $I_r = 14$ y terminarse cuando $T_r = 20$, el diagrama de barras de ambas actividades queda de la siguiente manera;

II.3 SISTEMA CPM-GANTT.

El concepto de "holguras" que puede representar una dificultad de asimilación, para una persona alejada del tecnicismo de programación, en el SISTEMA CPM-GANTT se simplifican. Si aceptamos que una actividad puede ser un vector con dirección, magnitud y sentido, podremos representar escalarmente el concepto de una holgura.

Aceptamos también que las actividades representadas por vectores pueden "deslizarse" usando las holguras; esto representa para nosotros una ventaja adicional para la repartición de recursos, al permitirnos realizar mecánicamente la misma.

Los mejores resultados del sistema de programación CPM-GANTT se obtienen representando a escala horizontal los tiempos y asignando a cada vector un valor determinado, indicando la necesidad de recursos.

Proyectando al eje horizontal los valores asignados a cada actividad para un lapso de tiempo determinado,

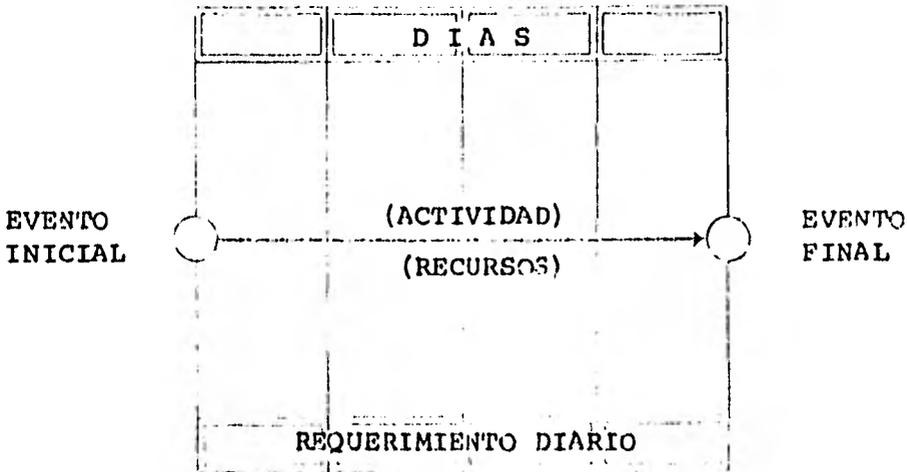
Con el sistema CPM-GANTT, creemos programar más lógicamente, que utilizando CPM exclusivamente, al poder (permítaseme el sentido) "ver" y "sentir" cuáles actividades pueden, deben o nos conviene estén condicionadas,

Para redes con un gran número de actividades conviene dimensionarlas, pero también seguir la metodología indicada para el CPM señalando en cada evento la fecha primera y la fecha última de iniciaciones o de terminaciones de cada actividad, para evitar confusiones de dibujo o de interpretación.

En relación al grado de importancia de las actividades, al representarlas en el sistema CPM-GANTT, estaremos en disposición de "seguir" los eventos en serie que nos convenga convertir en actividades de primero o de segundo orden y en última instancia en actividades críticas.

Debemos tener especial cuidado en la representación de las "actividades de liga", ya que éstas, al aceptar que son de duración "cero" deberán tener también una proyección respecto al eje horizontal también de "cero", es decir, deberán ser verticales; no así, la representación de las holguras que se manifestarán en la misma escala horizontal.

Representación de una actividad en CPM-GANNT



El requerimiento diario de personal tiene muchas fluctuaciones. Si mantenemos la duración del proyecto, podemos reprogramar las actividades no críticas aprovechando sus holguras, con el fin de reducir al mínimo las fluctuaciones en las necesidades de personal.

Observemos la siguiente red:

ACTIVIDAD	DURACION	PERSONAL	HT	HL
1	3	6	0	0
2	2	4	3	0
3	4	5	0	3
4	4	3	0	0
5	3	7	3	2

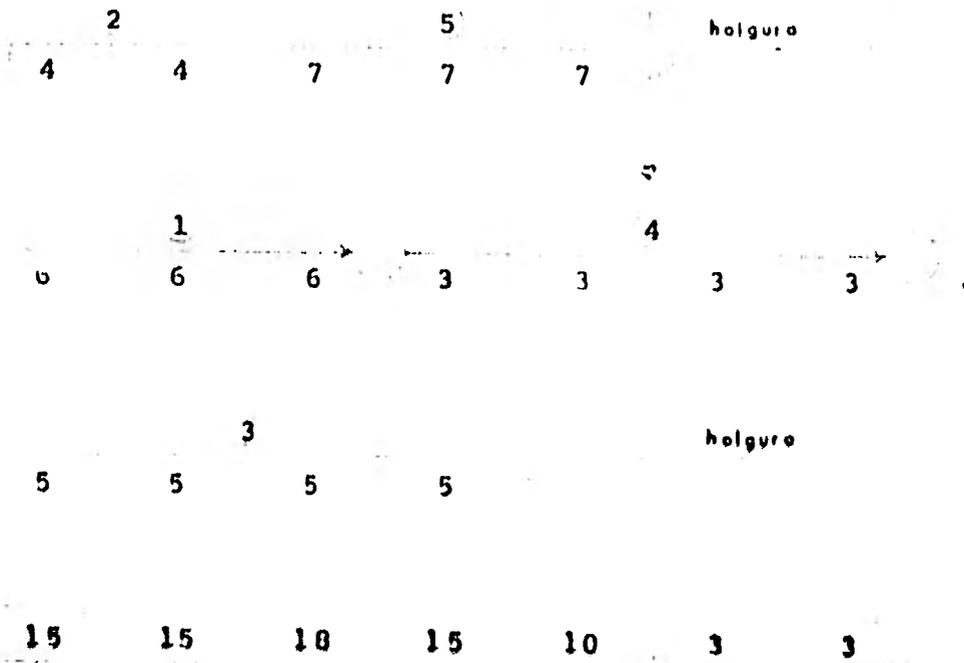
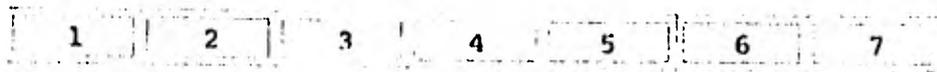


DIAGRAMA CPM-GANTT

III. EJEMPLO ILUSTRATIVO

A continuación, se desarrolla un ejemplo considerando los métodos de programación vistos anteriormente.

En este caso solamente tomaremos en cuenta el personal (por día) necesario para llevar a cabo la ejecución de la obra.

La lista de actividades que comprende el proyecto -- consta de las siguientes:

ACTIVIDADES	DURACION (días)	PERSONAL
1	8	3
2	6	4
3	10	4
4	30	6
5	25	4
6	30	2
7	6	2
8	4	2
9	8	2
10	12	4
11	10	2
12	5	2

donde:

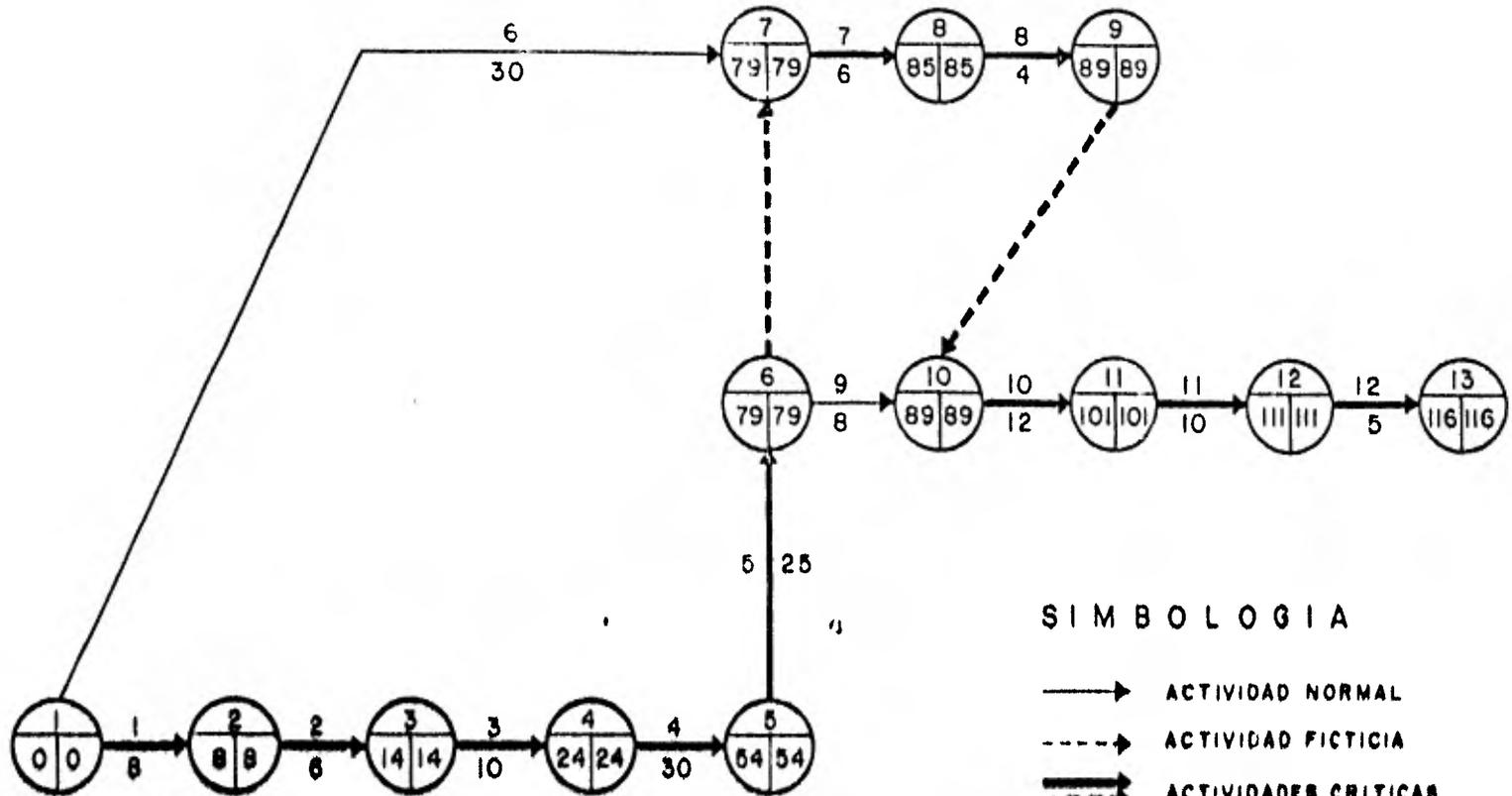
1	Preliminares	7	Colocación herrería
2	Excavación	8	Colocación vidrios
3	Cimentación	9	Instalación eléctrica
4	Estructura de concreto	10	Aplicación de muros
5	Muros de tabique	11	Pintura
6	Fabricación de herrería	12	Limpieza

LAMINA No. 1

SUBSECUENTES PRECEDENTES	Preliminares	Excavación	Cimentación	Estructura de concreto	Muros de tabique	Fabricación de herrería	Colocación herrería	Colocación vidrios	Instalación eléctrica	Aplanado de muros	Pintura	Limpieza
Preliminares		X										
Excavación			X									
Cimentación				X	X							
Estructura de concreto					X							
Muros de tabique							X		X			
Fabricación de herrería							X					
Colocación herrería								X				
Colocación vidrios										X		
Instalación eléctrica									X			
Aplanado de muros										X		
Pintura											X	
Limpieza												X

MATRIZ DE PRECEDENCIA

LAMINA No. 2



RUTA CRITICA

SIMBOLOGIA

- ACTIVIDAD NORMAL
- ACTIVIDAD FICTICIA
- ACTIVIDADES CRITICAS
- n : EVENTO
- T_p : TERMINACION PROXIMA
- T_r : TERMINACION REMOTA
- d : DURACION EN DIAS

LAMINA No. 3

ACT	DUR	lp	lr=Tr-d	lp=lp+d	Tr	Ht=Tr-Tp	Hl=lp-lp-d
1-2	8	0	0	8	8	0	8-0-8=0
1-7	30	0	49	30	79	49	79-0-30=49
2-3	6	8	8	14	14	0	14-8-6=0
3-4	10	14	14	24	24	0	24-14-10=0
4-5	30	24	24	54	54	0	54-24-30=0
5-6	25	54	54	79	79	0	79-54-25=0
6-7	0	79	79	79	79	0	79-79-0=0
6-10	8	79	81	87	89	2	89-79-8=2
7-8	6	79	79	85	85	0	85-79-6=0
8-9	4	85	85	89	89	0	89-85-4=0
9-10	0	89	89	89	89	0	89-89-0=0
10	12	89	89	101	101	0	101-89-12=0
11-12	10	101	101	111	111	0	111-101-10=0
12-13	5	111	111	116	116	0	116-111-5=0

TABLA DE HOLGURAS

LAMINA No. 4

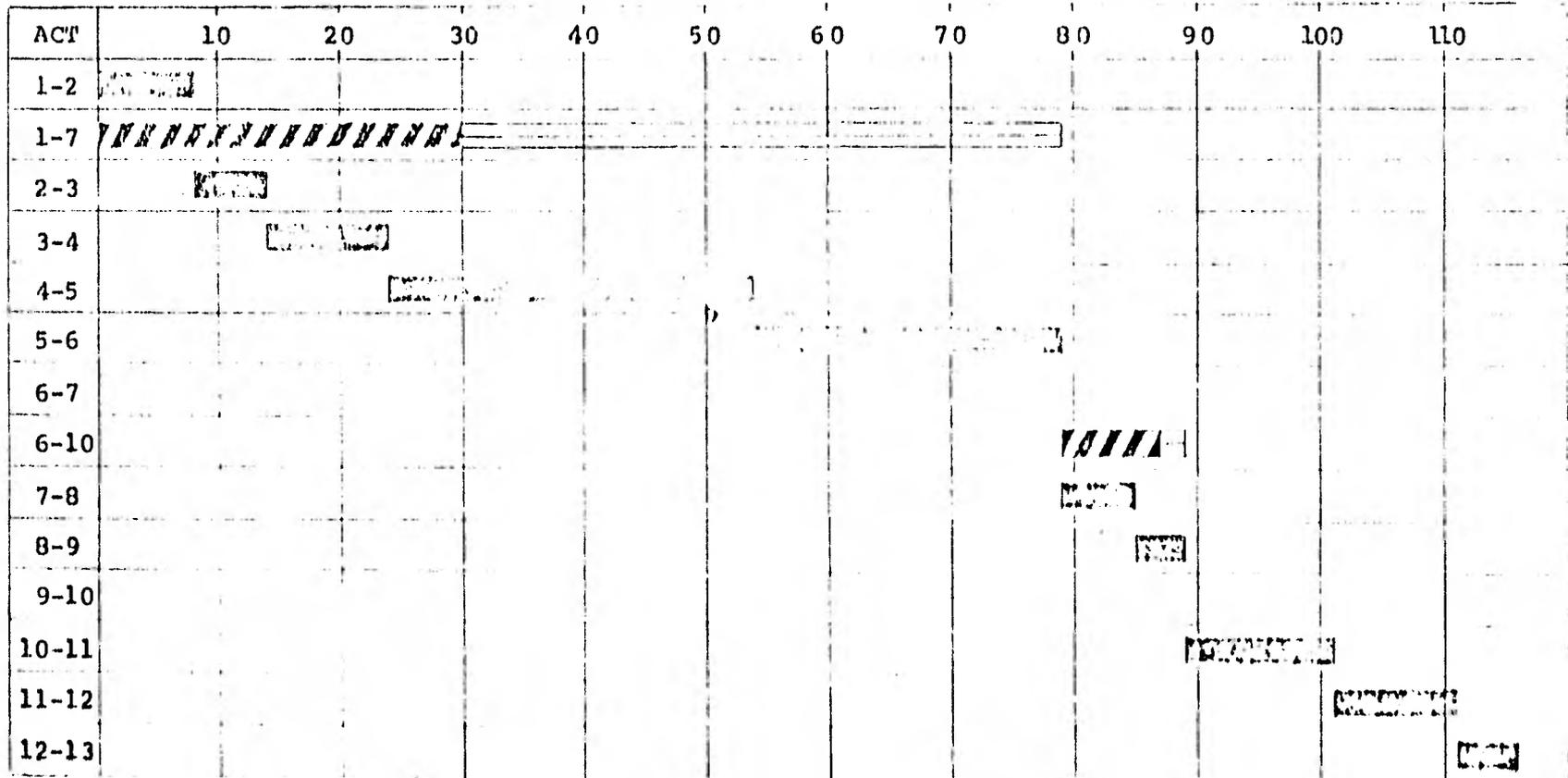


DIAGRAMA DE BARRAS

S I M B O L O G I A

- ACTIVIDAD CRITICA
- ACTIVIDAD NO CRITICA
- HOLGURA TOTAL
- HOLGURA LIBRE

LAMINA No. 6

ACT	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1-2											
1-7											
2-3											
3-4											
4-5											
5-6											
6-7											
6-10											
7-8											
8-9											
9-10											
10-11											
11-12											
12-13											
Rd											

DIAGRAMA DE BARRAS DE PERSONAL

Rd: Requerimiento diario crítico

LAMINA No. 7

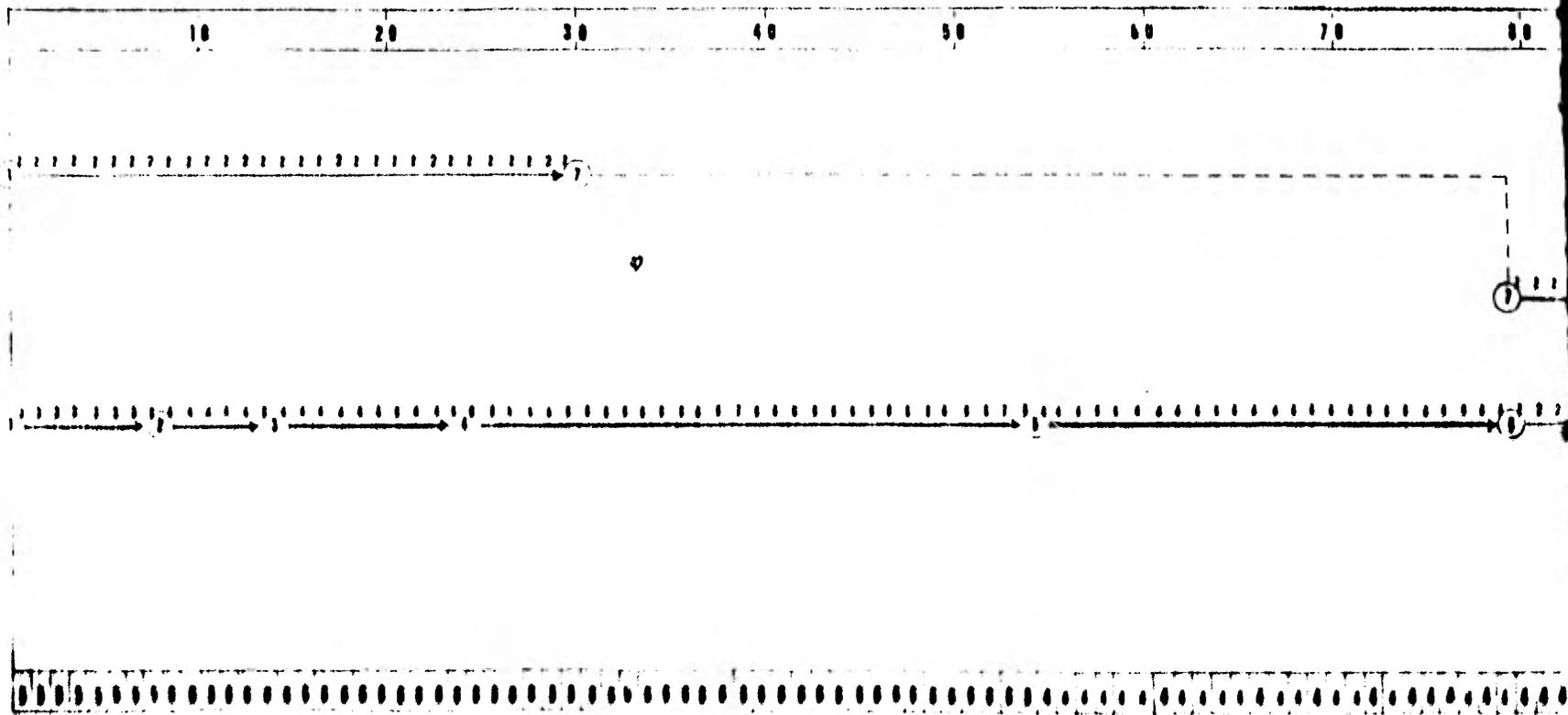


DIAGRAMA CPM-GANTT

LAMINA No. 7

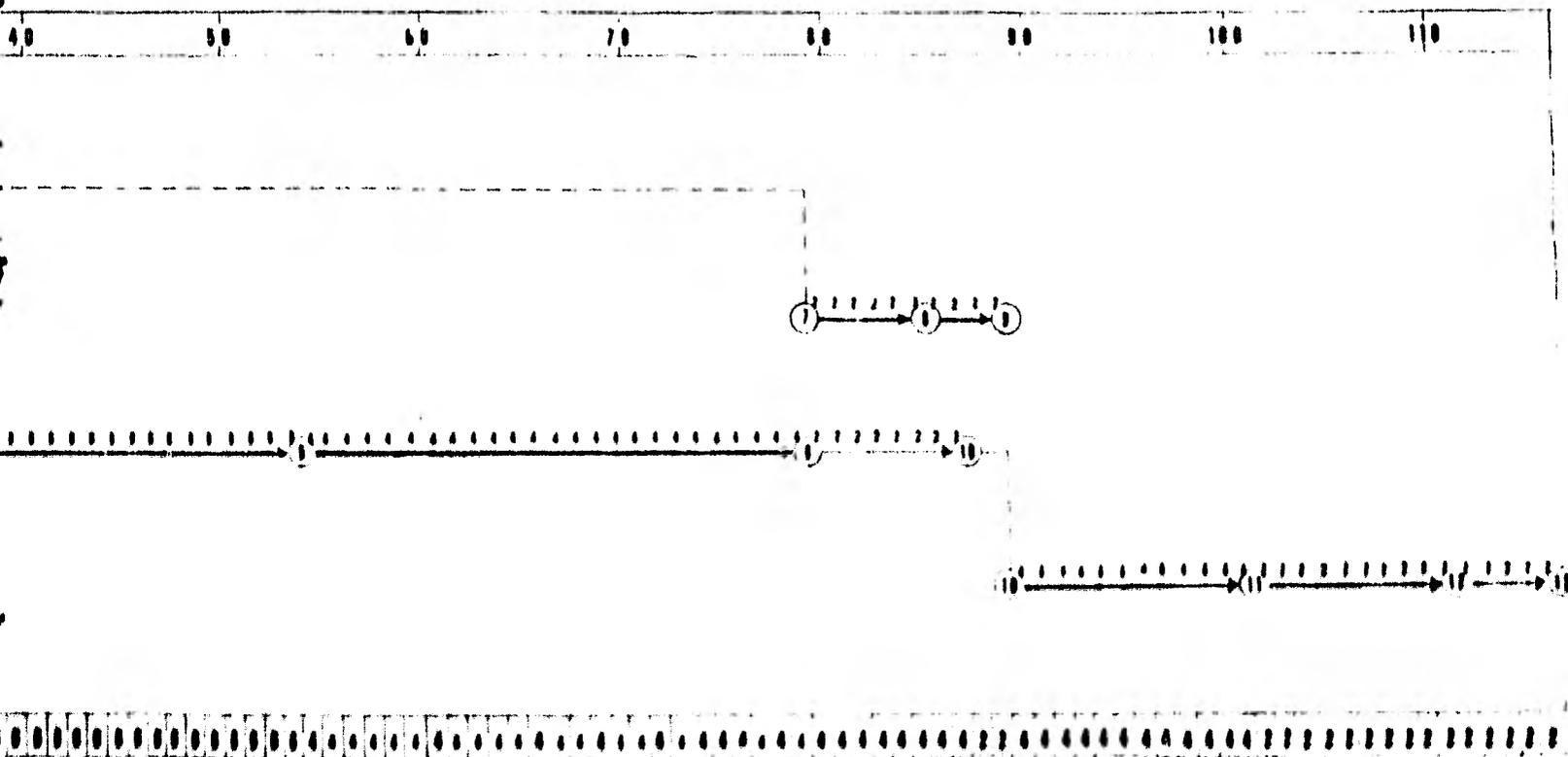


DIAGRAMA CPM-CANTT

IV. CONCLUSIONES

Específicamente, la actividad administrativa de la planeación y de su correlativa, la de control, han adquirido una importancia insospechada, pero teniendo que enfrentarse a situaciones y fenómenos cada vez más complejos y cada vez más cambiante. De ahí que cualquier técnica o cualquier instrumento útil en estos campos, sean visto con entusiasmo por los administradores de cualquier nivel.

Un ejemplo típico de estas técnicas lo constituye el METODO DE LA RUTA CRITICA, que representa una ayuda poderosa y de aplicación sencilla en los problemas de planeación y control en el campo administrativo, no pareciendo razonable en el momento actual que un administrador desconozca por un lado, o deje de utilizar por otro, esta herramienta. Sin embargo, para que la aplicación del método de la ruta crítica sea realmente útil, se requiere una presentación sencilla y con carácter eminentemente práctico.

El campo de acción del método de la ruta crítica es muy amplio, dada su gran flexibilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto grande o pequeño.

Para obtener los mejores resultados debe aplicarse -

a los proyectos que posean las siguientes características

- a). Que el proyecto sea único, no repetitivo en algunas partes o en su totalidad.
- b). Que se deba ejecutar todo el proyecto o parte de él en un tiempo mínimo, sin variaciones, es decir, en tiempo crítico.
- c). Que se desee el costo de operación más bajo posible dentro de un tiempo disponible.

El propósito de cualquier técnica de la ciencia de la administración tal como el PERT o el CPM, no es usurpar las funciones del administrador, sino proporcionarle las herramientas que sean necesarias para hacerlo capaz de "administrar realmente".

Cuando se aplican el PERT/CPM a cualquier proyecto, debe usarse una computadora siempre que resulte necesaria o cuando su uso se justifique económicamente. No hay regla general que establezca el uso de una computadora si se tiene más de 200, 300 ó 400 actividades. Existen ocasiones, sin embargo, en que puede ser ventajosa.

Aun en los proyectos más complicados, el primer cálculo de una ruta crítica de preferencia debe hacerse a mano, antes de pasar al proceso de refinamiento de la lógica, consideración de alternativas y verificación de estimaciones.

La información sobre las actividades se obtiene de las personas que intervendrán en la ejecución del proyecto de acuerdo con la asignación de responsabilidades y nombramiento de puestos al momento de la definición del proyecto. La relación de actividades no requiere de una forma especial y puede hacerse en cualquier papel.

Las nuevas generaciones no pueden arriesgarse a operar solamente sobre su intuición, como fue capaz de hacerlo la administración del pasado. Ya sea que nos guste o no, como miembros de esta nueva generación estamos obligados a entender y a usar todas las técnicas nuevas de administración a nuestro alcance. No podemos lanzar un nuevo producto, no podemos erigir una estructura, e, indudablemente, no podemos terminar venturosamente ningún proyecto a menos que lo planeemos y programemos y después controlamos su terminación.

V. BIBLIOGRAFIA

1. METODO DE LA RUTA CRITICA Y SU APLICACION A LA CONSTRUCCION
Antill y Woodhead
Ed. Limusa
2. COSTO Y TIEMPO EN EDIFICACION
Suarez Salazar, Carlos
Ed. Limusa
3. INICIACION AL METODO DEL CAMINO CRITICO
Montaño G., Agustín
Ed. Trillas
4. ADMINISTRACION Y CONTROL DE PROYECTOS
Martino R. L.
Ed. Tecnicas, S. A.
5. LA TECNICA, PERT-CPM COMO INSTRUMENTO Y CONTROL DE PROYECTOS EN EL SECTOR PUBLICO
Zurita Campos, Jaime
Facultad de Economía, UNAM
6. RUTA CRITICA AL ALCANCE DE TODOS
Mario Schjetnan
CIA, UNAM