



La contaminación en nuestros mares

Julio Diaz Rosas

Trabajo de grado para optar al título profesional:

Curso de Estado Mayor (CEM)

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"

Bogotá D.C., Colombia

1987

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
TABLA ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA

	PAG.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I.	
ANTECEDENTES DE LA CONTAMINACION	3
CAPITULO II.	
FACTORES QUE OCASIONAN LA CONTAMINACION MARITIMA	5
LA CONTAMINACION EN NUESTROS MARES	
CAPITULO III.	
ANALISIS DEL PROBLEMA	9
A. ASPECTOS POLITICOS	9
B. ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS	10
C. ASPECTOS TECNICOS	10
CAPITULO IV	
CAUSAS CONTAMINACION BAHIA CARTAGENA	12
A. GENERALIDADES ATMOSFERICAS	12
B. GENERALIDADES FISICAS	12
C. CAUSAS ESPECIFICAS	12
TRABAJO DE METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	
CAPITULO V	
ANALISIS DE FALLAS Y SUGERENCIAS	17
CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFIA	21

Por : CCEIN JULIO DIAZ ROSAS
ALUMNO ARC - CEM - 87

Bogotá, febrero de 1987

TABLA DE CONTENIDO

	PAG.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I. el agua un elemento esencial para la vida de los seres, ANTECEDENTES DE LA CONTAMINACION	3
CAPITULO II. FACTORES QUE OCASIONAN LA CONTAMINACION MARINA	6
CAPITULO III. ANALISIS DEL PROBLEMA	9
A. ASPECTOS POLITICOS	9
B. ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS	10
C. ASPECTOS TECNICOS	10
CAPITULO IV CAUSAS CONTAMINACION BAHIA CARTAGENA	12
A. GENERALIDADES ATMOSFERICAS	12
B. GENERALIDADES FISICAS	12
C. CAUSAS ESPECIFICAS	14
CAPITULO V ANALISIS DE FALLAS Y SUGERENCIAS	17
CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFIA	21

INTRODUCCION

Por ser el agua un elemento esencial para la vida de los seres, la contaminación de nuestros mares es un problema de actualidad que es observado y analizado en todo el hemisferio, el cual se ha presentado por dos motivos principales :

1. El desarrollo urbano e industrial de grandes y pequeñas ciudades que vierten, sin tratar, sus desechos de distinta naturaleza y las alcantillas o cualquier medio líquido y al final van a desembocar al mar.
2. Los buques de diferentes nacionalidades que en forma accidental o premeditada evacuan sus productos de transporte o de servicio de los océanos.

*Falta
Concitar
Ain en
la idea*

Históricamente, este problema empieza desde la ~~misma~~ creación del hombre cuando, por su misma naturaleza, debía cumplir funciones fisiológicas imprescindibles para vivir. Después vino otro factor contaminante y sucedió desde cuando el hombre se lanzó en busca de nuevos horizontes hasta llegar a la era moderna de la construcción de grandes super-tanques, principales unidades de contaminación a gran escala, a pesar de los pocos accidentes que han sufrido.

Sobre este tema se han desarrollado innumerables campañas nacionales e internacionales de prevención, siendo los países del tercer mundo que tienen costas, los más afectados, por carecer de medios para adquirir equipos y plantas de tratamiento y así tomar una acción directa sobre los factores contaminantes.

Con esta información deseo realizar un análisis didáctico de los antecedentes del problema desde diferentes puntos de vista económicos, políticos, sociales, físicos, químicos y bacteriológicos para posteriormente quedar enunciando los elementos que ocasionan la contaminación en forma general a las aguas marinas.

En el Capítulo IV describo las causas de la contaminación de la Bahía de Cartagena haciendo una evaluación de sus características físicas y atmosféricas para concluir con sus causas específicas.

El interés de este trabajo es conscientizar a la Nación de la necesidad que tiene la Armada Nacional de instalar una planta de tratamiento de aguas negras en la Base Naval de Cartagena, para colocarla como ejemplo sicosocial a las demás instituciones, especialmente las municipales e industriales, que perjudican nuestro ecosistema.

*o sus quintes (esta es la
proporcion)*

Con motivo de **CAPITULO I** Industria naval y
mercante se vió incrementada por los países en conflicto ya que requie-
ANTECEDENTES DE LA CONTAMINACION EN EL MAR
rían de este medio bélico para implementar sus operaciones. Es en este

El elemento principal en el presente trabajo es el agua en
cualquiera de sus condiciones, siendo uno de los más abundantes, ya que
cubre casi las tres cuartas partes de la tierra, y es esencial para la
vida, como lo demuestra el hecho que dos tercios de la masa que confor-
ma el cuerpo humano sean agua. Por lo tanto, es considerada fundamen-
tal en la subsistencia del ser viviente en la tierra.

Al término de esta última guerra mundial vino el interés econó-
mico El origen de la contaminación ambiental se puede considerar des-
de el mismo momento de la creación del hombre, en el caso concreto del
mar se remonta, inicialmente a los ríos que desembocan en él y que re-
ciben los desechos de los seres humanos de los pueblos en tiempos bí-
blicos.

El ser humano por su misma naturaleza va progresando poco a poco
y con él los inventos industriales que le trae grandes beneficios, in-
cluyendo la utilización del mar como medio de comunicación entre los
pueblos. Inicialmente aprovechó sus mismos elementos naturales como son
los vientos, mares y corrientes para finalmente tecnificarlos en la
utilización de equipos que producían un avance más rápido de las unida-
des a flote con propulsión de calderas, carbón-aceite y de motor diesel.

A la acción anterior se agregan las descargas accidentales bien

Con motivo de la Segunda Guerra Mundial, la industria naval y mercante se vió incrementada por los países en conflicto ya que requerían de este medio bélico para implantar sus condiciones. Es en este período cuando en el mundo se observan grandes formaciones de buques - costeros inocentes. Dentro de estos buques " el famoso accidente del Torrey Canyon (marzo 1969 en las costas de Inglaterra) puso en evidencia los vacíos jurídicos sobre indemnización y la insuficiencia de la legislación marítima vigente " (1)

sea, por colisión, encallamiento, naufragio, descuidos en las rutinas operacionales en puerto y/o a bordo de los buques. Por esta razón se considera estadísticamente que la contaminación marina no podrá jamás evitarse del todo, lo cual urge en ocasiones para judicializar la flora de estados costeros inocentes. Dentro de estos buques " el famoso accidente del Torrey Canyon (marzo 1969 en las costas de Inglaterra) puso en evidencia los vacíos jurídicos sobre indemnización y la insuficiencia de la legislación marítima vigente " (1)

guerra americanas en Pearl Harbour por parte de los japoneses.

Los aspectos contaminantes que se originan en tierra son : arrastres por lluvias en ríos, refinerías próximas a las costas, basuras municipales e industriales y los accidentes en la perforación de pozos petroleros en el mar. Como ejemplo de este último caso se tiene el caso de la perforación del Golfo de México en que se exploraron 27 y dos contenedores de combustible con 450.000 barriles en 1971. (2)

Al término de esta última guerra mundial vino el interés económico de los países desarrollados en la lucha por el petróleo, dando como resultado la construcción de grandes buques tanqueros, cuyo objetivo principal, era el transporte oportuno del hidrocarburo, sin tener en cuenta los daños al ecosistema por sus operaciones, ya fueran voluntarias o accidentales. Dentro de estas operaciones de contaminación voluntaria, se tiene el caso de los buques petroleros que para poder zarpar de un puerto después de entregar todo su producto comercial (petróleo o derivados), requieren llenar o lastrar sus tanques con agua de mar a fin de tener el mínimo de calado para evitar vibraciones e iniciar su regreso. Esta agua de mar contaminada de los tanques de almacenamiento es botada en forma inescrupulosa en alta mar, con el propósito de ganar tiempo en el descargue del siguiente puerto.

(2) Informe presentado a la Dirección Marítima y Portuaria Colombiana por la Organización Marítima Internacional en Cartagena 24-29 Sep-1984.

A la acción anterior se agregan las descargas accidentales bien

sea, por colisión, encallamiento, naufragio, descuidos en las rutinas operacionales en puerto y/o a bordo de los buques. Por esta razón se considera estadísticamente que la contaminación marina no podrá jamás evitarse del todo, lo cual puede en ocasiones perjudicar la flora de estados costeros inocuos. Dentro de estos percances " el famoso accidente del Torrey Canyon (marzo 1969 en las costas de Inglaterra) puso en evidencia los vacíos jurídicos sobre indemnización y la insuficiencia de la legislación marítima vigente " (1)

Los aspectos contaminantes que se originan en tierra son : arrastres por lluvias en ríos, refinerías próximas a las costas, desechos municipales e industriales y los accidentes en la perforación de pozos petroleros en el mar. Como ejemplo de este último caso se tiene " el ocurrido en el Golfo de México en que se exploraron 27 y dos contaminaron el ecosistema con 450.000 barriles en 1971. (2)

Con base a todos los hechos enunciados, se creó la Organización Mundial en Defensa del Medio Ambiente, con sede en Bruselas, que actualmente legisla para disminuir este problema que afecta a la humanidad.

(1) Derrame de petróleo : Esquemas Internacionales de Indemnización - por Daños y Derechos de Intervención del Estado Costero - Organización Marítima Internacional. Ignacio Vergara. Coordinador Especialista para América Latina. Santiago de Chile. Agosto 1984.

(2) Informe presentado a la Dirección Marítima y Portuaria Colombiana por la Organización Marítima Internacional en Cartagena 24-29-Sep. 1984.

C A P I T U L O I I

FACTORES QUE OCASIONAN LA CONTAMINACION MARINA

El agua puede verterse de un recipiente a otro sin que su volumen se altere, pero no así su forma, que cambia como cualquier líquido por poseer todas las propiedades generales y además algunas propias como son in colora, inodora e insípida.

Su contaminación consiste en agregar a su estado natural cualquier materia que altere su calidad en una forma tal que impida su aprovechamiento normal. Existe una contaminación natural producto de la descomposición terrestre o estados atmosféricos (terremotos, maremotos, lluvias) en que el ser humano debe aceptarlos, enfrentarlos y tratar que sus efectos sean lo más benignos posibles. El determinar los elementos que producen cambios en el agua en su color, sabor, olor, turbiedad, dureza, bacterias y otros micro-organismos, se pueden analizar por sus cambios en forma física, química o bacteriológica.

El elemento industrial con sus desechos venenosos ha degradado enormemente el mar, especialmente sus bahías próximas; las centrales nucleares y plantas de energía que requiere de grandes cantidades de agua para refrigerar sus reactores, elevando la temperatura donde desembocan, favoreciendo el crecimiento tumultoso de algas, las cuales al morir origi-

o Composición?

my mola
reaccion

nan material orgánico que son destruídos por bacterias consumiendo en esta acción todo el oxígeno disponible, por lo cual estos lugares quedan completamente muertos y biológicamente inertes.

El oxígeno es de los principales elementos para la vida acuática y terrestre, y es en los océanos donde se produce el 70 %, obteniéndose por medio de microscópicas plantas acuáticas, las diatomeas, que viven en el mar y por un proceso que aprovecha los rayos del sol, absorben anhídrido carbónico, produciendo así el oxígeno. Esto es posible cuando en la superficie no hay un velo de impurezas que impidan el paso de los rayos solares.

" Parece absurdo o fantansioso que el hombre pudiera contaminar la enorme superficie del mar, pero desgraciadamente lo ha logrado a lo largo de playas y costas de sus litorales, produciendo peste^s imprevistas que afectan millones de peces, con su principal elemento contaminante, el petróleo o sus derivados ya que anualmente se calcula que votan al mar entre 230.000 a 460.000 toneladas ". (3)

El problema de contaminación es muy diverso y reúne una gran canti-

(3) Edward Corrino, "Informe contaminación del Océano por Petróleo, Analista especializado en Contaminación Petrolera. Esso 1980.

(4) Turckian, M.P., Los Océanos, (Barcelona, Ediciones Omega, S.A. 1974), p. 200-

dad de factores tan complejos como la fuente de contaminación, su cantidad, su toxicidad y su persistencia en el medio marino. En vista de esta situación de emergencia, un científico de las profundidades dió su voz de alarma al observar todos estos factores : " Las posibilidades de cultivar el mar están destinadas al fracaso a menos que se controle la contaminación de los océanos. Jacques Costeau dió en 1971 la voz de alarma de que el mar está muriéndose ". (4)

A. ASPECTO POLITICO

Las naciones marítimas, mediante convenios internacionales, han logrado establecer normas jurídicas para conservar el mar ya que en una u otra forma todas las naciones se ven afectadas, lo anterior ha dado origen en los foros internacionales, a establecer el derecho del estado costero para intervenir en un accidente marítimo que los amenace y contamine sus costas, y el derecho de estado a recibir indemnización por los daños ocasionados.

(4) Turekian, Karl, Los Océanos, (Barcelona, Ediciones Omega, S.A. 1974), p. 200

CAPITULO III

ANALISIS DEL PROBLEMA

El origen en sí de la contaminación del agua se debe al desarrollo técnico - industrial terrestre y naval junto con el crecimiento poblacional urbano de todos los países, haciéndose más palpable este problema en los últimos treinta años, cuando la guerra por el petróleo desató y cambió la situación política, económica y social de los estados que poseían este producto para exportar a las grandes potencias.

A. ASPECTO POLITICO

Las naciones marítimas, mediante convenios internacionales, han logrado establecer normas jurídicas para conservar el mar ya que en una u otra forma todas las naciones se ven afectadas, lo anterior ha dado origen en los foros internacionales, a establecer el derecho del estado costero para intervenir en un accidente marítimo que los amenace y contamine sus costas, y el derecho de estado a recibir indemnización por los daños ocasionados.

En la conferencia diplomática de la Organización Marítima Internacional (OMI) de 1984 realizada en Bruselas, se estableció un Fondo Internacional de Indemnización, para lo cual los países miembros de

ben cumplir con determinados requisitos, especialmente con medidas preventivas y equipos especializados. Nuestro país no posee esta clase de equipos y además no cuenta con un puerto comercial de primera categoría por falta de una planta o sistema de tratamiento de aguas negras o contaminadas, como sí la tienen los puertos americanos, japoneses y europeos.

B. ASPECTO SOCIO - ECONOMICO

Las pérdidas ocasionadas al ecosistema por contaminación son difíciles de cuantificar, pero los daños sociales son palpables ya que son portadores de bacterias y virus dando origen a enfermedades como la hepatitis en las poblaciones de escasos recursos, que son las que en general tiene que vivir en este medio. Incluso tienen que alimentarse con peces que también transportan todas las enfermedades o limitarse a mirar el horizonte observando como sus elementos naturales de sustento, poco a poco se van perdiendo por falta de un control adecuado de las autoridades.

C. ASPECTO TECNICO

Con este problema, la parte técnica se puede considerar favorecida porque mediante investigaciones científicas en laboratorio sobre el control de la contaminación, dió oportunidad al pensamiento humano de inventar los equipos y productos químicos capaces de eliminar a

bordo de los buques, las aguas contaminantes. Esta modernización se puede apreciar en nuestra propia Armada ya que hace veinte años, los buques eran recibidos sin estas plantas de tratamiento, en cambio, los construídos posteriormente (Corbetas, oceanográficos y Buque -

A. Escuela) si traen estos equipos como dotación.

La Bahía de Cartagena es una de las más grandes y seguras de Suramérica, se encuentra en una zona caliente y relativamente húmeda, en donde el promedio mensual de temperatura del aire está entre 30°a 32° en julio y de 28°a 30°C en enero .

La lluvia promedio es de 50mm/año y de agosto a noviembre se presenta la mayor precipitación del 75 a 90% del total anual. Los vientos predominantes en el área son del noreste . Predomina el cielo claro dando lugar a una gran cantidad de insolación.

B. GENERALIDADES FISICAS

La Bahía forma una semi-corona (Figura No. 1), está comunicada al mar al sur por Bocachica y al norte por Bocagrande, aunque esta comunicación se encuentra una escollera levantada en época de colonia y tiene una altura máxima de 2.8 metros bajo el nivel del mar. La Bahía recibe por el sur aguas del Río Magdalena a través del Canal del Dique, el cual tiene un flujo promedio de 100 m³/ seg.

Al noroeste existía un canal que comunicaba con la Ciénaga de la Virgen pero por el desarrollo urbano y la falta de conciencia ecológica

CAPITULO IV

CAUSAS CONTAMINACION BAHIA DE CARTAGENA

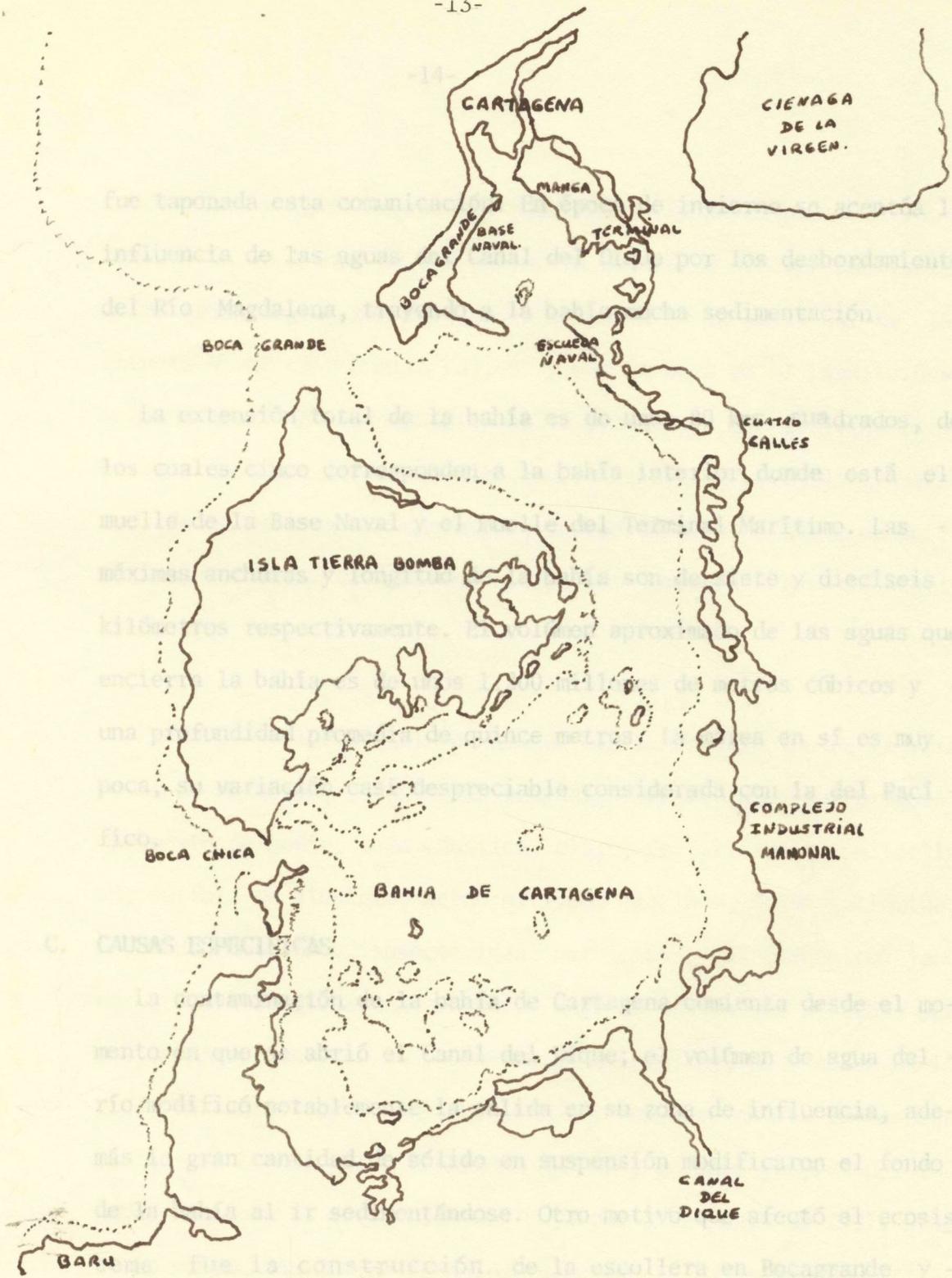
A. GENERALIDADES ATMOSFERICAS

La Bahía de Cartagena es una de las más grandes y seguras de Suramérica, se encuentra en una zona caliente y relativamente húmeda, en donde el promedio mensual de temperatura del aire está entre 30° a 32°C en julio y de 28° a 30°C en enero .

La lluvia promedio es de 50mm/año y de agosto a noviembre se presenta la mayor precipitación del 75 a 90% del total anual. Los vientos predominantes en el área son del noreste . Predomina el cielo claro dando lugar a una gran cantidad de insolación.

B. GENERALIDADES FISICAS

La Bahía forma una semi-corona (Figura No. 1), está comunicada al mar al sur por Bocachica y al norte por Bocagrande, aunque esta comunicación se encuentra una escollera levantada en época de colonia y tiene una altura máxima de 2.8 metros bajo el nivel del mar. La Bahía recibe por el sur aguas del Río Magdalena a través del Canal del Dique, el cual tiene un flujo promedio de $100 \text{ m}^3 / \text{seg.}$ Al noroeste existía un canal que comunicaba con la Ciénaga de la Virgen pero por el desarrollo urbano y la falta de conciencia ecológica



CARTA BAHIA DE CARTAGENA
 U.S. NAVY HYDROGRAPHIC SERVICE

fue taponada esta comunicacion... la influencia de las aguas... por los desbordamientos del Rio Magdalena,...

La extensión... de la bahía es... los cuales... a la bahía... donde está el muelle... Base Naval y el... marítimo. Las... son... y dieciseis... las aguas que encierran la bahía... cúbicos y una profundidad... en sí es muy poca... considerable... del Pacífico.

C. CAUSAS DE... La... de Cartagena... desde el momento en que... volúmen de agua del río... de influencia, además... en suspensión... el fondo... Otro motivo... afectó al ecosis... fue la construcción... de la escollera en Bocagrande y...

la principal causa de la contaminación de la bahía es por los

fue taponada esta comunicación. En época de invierno se acentúa la influencia de las aguas del Canal del Dique por los desbordamientos del Río Magdalena, trayendo a la bahía mucha sedimentación.

La extensión total de la bahía es de unos 80 kms. cuadrados, de los cuales cinco corresponden a la bahía interior donde está el muelle de la Base Naval y el muelle del Terminal Marítimo. Las máximas anchuras y longitud de la bahía son de siete y dieciseis kilómetros respectivamente. El volúmen aproximado de las aguas que encierra la bahía es de unos 1.200 millones de metros cúbicos y una profundidad promedia de quince metros. La marea en sí es muy poca, su variación casi despreciable considerada con la del Pacífico.

C. CAUSAS ESPECIFICAS

La contaminación de la bahía de Cartagena comienza desde el momento en que se abrió el Canal del Dique; el volúmen de agua del río modificó notablemente la salida en su zona de influencia, además la gran cantidad de sólido en suspensión modificaron el fondo de la bahía al ir sedimentándose. Otro motivo que afectó el ecosistema fue la construcción de la escollera en Bocagrande y que disminuyó el intercambio de aguas profundas entre el mar y la bahía.

La principal causa de la contaminación de la bahía es por los

desechos y aguas negras que proceden de la mayor parte de los barrios de la ciudad de una población urbana de 400.000 habitantes. Estas aguas negras son vertidas a la bahía en la parte sur de la Escuela Naval en " cuatro calles" y por la boca en el Laguito. Como segunda causa de contaminación es la producción por actividades marítimas debido a los terminales comerciales, industriales y navales. Es de destacar la contaminación debida a los cambios de aceites usados, estos últimos que suelen ser vertidos a las alcantarillas.

El complejo industrial de Mamonal con la instalación de la refinería de petróleo, y las demás compañías industriales que producen carbonato de sodio, soda cáustica, cloro, fertilizantes, polietileno, sulfato de aluminio, ácido nítrico, amoníaco, ácido sulfúrico, negro de humo, urea, insecticidas, herbicidas, gas carbónico, jabones, cemento, glicerina y otros, algunas tratan sus desechos acuáticos, especialmente en la recuperación de aceites, pero no se ha logrado un control de tratamiento total y por este motivo fue necesario que el Doctor JULIO CARRIZOSA HUMANA, gerente general del INDERENA, mediante la resolución No. 0683 del 2 de junio de 1977, ordenara la suspensión de las faenas de pesca en la Bahía de Cartagena, por haber encontrado en crustáceos, moluscos y peces metales pesados en su organismo, que sobrepasaban los límites permisibles para el normal desarrollo y conservación de las especies hidrobiológicas.

Teniendo en cuenta estudios realizados por diferentes organismos, se puede determinar que la Bahía de Cartagena está seriamente afectada por la contaminación proveniente de diferentes sitios, pero que actúan en forma simultánea en sus aguas.

Para el análisis de fallas en relación a lo expuesto en este tema, Dentro de los factores que más inciden en este problema son

podemos concluir :
los ligados a las políticas de desarrollo urbano, industrial y turístico de Cartagena, ya que aunque hay conocimiento de la causa es muy poco lo que se realiza en forma global para evitar la contaminación. Para la ejecución de un control de la contaminación debe hacerse en forma integral entre los organismos responsables que conocen la situación actual de la bahía y saben de los efectos que trae si se continúa así . Es necesario que hagan una evaluación y escogencia de soluciones factibles, tanto técnicas, económicas como sociales, siendo el objetivo final el evitar la contaminación.

2. Hacer un estudio más profundo sobre la conveniencia socio-económica del Canal del Dique, ya que anualmente está descargando contaminantes orgánicos y nutrientes en la bahía.
3. Falta de concientización social a todos los niveles en cuanto a los daños que ocasionan los agentes contaminantes.
4. Permitir el funcionamiento de industrias contaminantes por interés unilateralmente económico.

5. Falta de planificación municipal en el urbanismo - indiscriminado sin tener presente la prestación de servicios públicos con equinos sistemas de tratamiento de aguas residuales.

ANALISIS DE FALLAS Y SUGERENCIAS

Para el análisis de fallas en relación a lo expuesto en este tema, podemos concluir :

- A. Que a pesar de haber organismos encargados de la protección del medio ambiente, éstos no han logrado cumplir a cabalidad lo ordenado en decretos presidenciales por diferentes motivos como son :

1. Falta de recursos económicos para adquirir equipos de tratamiento de aguas por entidades públicas y privadas.

2. ^{Falta} Hacer un estudio más profundo sobre la conveniencia socio-económica del Canal del Dique, ya que anualmente está descargando contaminantes orgánicos y nutrientes en la bahía.

B. Sugerencias

3. Falta de concientización social a todos los niveles en cuanto a los daños que ocasionan los agentes contaminantes.

1. Solicitar préstamos para adquirir equipos a organismos internacionales interesados en esta clase de programas.
2. Solicitar a Planación Nacional partidas presupuestales para permitir el funcionamiento de industrias contaminantes por interés unilateralmente económico.

para realizar obras de protección de la bahía y en las costas

5. Falta de planeación nacional y municipal en el urbanismo - indiscriminado sin tener presente la prestación de servicios públicos con equipos adecuados de tratamiento de aguas residuales.
6. En el país no hay en este momento un solo terminal marítimo que cumpla a las condiciones de primera categoría por falta, entre otros aspectos, de un sistema óptimo de recolección de aguas negras tal como lo exige el Ministerio de Salud.
7. Existe mucha ^b vengencia administrativa en exigir el cumplimiento de los decretos porque los primeros que incumplen son los organismos estatales.
8. A pesar de los estudios realizados para conocer las causas de la contaminación, ésta sigue progresando.

B. Sugerencias

1. Solicitar préstamos para adquirir equipos a organismos internacionales interesados en esta clase de programas.
2. Solicitar a Planeación Nacional partidas presupuestales para realizar obras de protección de la bahía y en las costas

colombianas. **CONCLUSIONES**

3. Establecer mecanismos drásticos para hacer cumplir los decretos presidenciales o de lo contrario solicitar su modificación. *(en qué sentido favorable)*
4. Teniendo presente que es muy grande la concentración de contaminación industrial, es conveniente efectuar un estudio completo a nivel nacional con el único fin de proteger el ecosistema marino.
5. Dotar a los terminales marítimos de un sistema de tratamiento de aguas negras a fin de exigir las normas internacionales en caso de accidentes.
6. Dotar a la Base Naval de Cartagena de una planta de tratamiento para sus instalaciones terrestres y en especial al muelle para sus unidades de guerra.
7. Intensificar las campañas periodísticas para la protección del medio ambiente.

CONCLUSIONES

ACOSTA HOYOS, Luis Eduardo.- Manual de Técnica de la Investigación.

Con el presente trabajo se han establecido los factores y elementos de este problema mundial y la importancia de aplicar en forma casi inmediata, medidas preventivas eficientes contra la contaminación de nuestros mares, que poco a poco están perdiendo sus componentes naturales, llegando a tomar el color negro y azufrado de descomposición, como sucede a la entrada de nuestra Escuela Naval.

Portuaria. Bogotá 1984 Pág. 103.

Las fallas analizadas crean los nuevos interrogantes sobre la acción que deben tomar las entidades involucradas en el problema y así lograr la salvación de nuestros mares.

Navta S.A., V.3 (1981) Pág. 135 - 141.

Para el caso concreto de la Bahía de Cartagena, se ha dejado una idea completa de su situación la cual afectará el turismo nacional e internacional por malos olores y descomposición en la Bahía Interior por lo cual se recomienda una acción municipal en el tratamiento de sus aguas negras, así como lo hará la Capital con el río Bogotá.

UNESCO

Ocean Science for the Year 2000, Francia,

Intergovernmental Oceanographic Commission

1984.

VERGARA, Ignacio

Derrame de Petróleo : Esquemas internacionales

BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA HOYOS, Luis Eduardo.- Manual de Técnica de la Investigación.-
Medellín, Asbiarpi, 1970, pág. 160.
- ANDERSON, Jonathan y otros.- Redacción de Tesis y Trabajos Escolares.-
México, Editorial Diana S.A. 1975.- Pág.174
- COLOMBIA, Ministerio de Salud.- Disposiciones Sanitarias sobre Sanidad -
Portuaria. Bogotá 1984 Pág. 103.
- CONTAMINACION, Geografía Universal, Barcelona, Ediciones -
Navta S.A., V.3 (1981) Pág. 135 - 141.
- PEREZ CARMONA, Rafael .- El Arte de Construir el Agua.- Bogotá, Esca
la, 1985, Pág. 195.
- TUREKIAN, Karl. .- Los Océanos, Barcelona, Ediciones Omega S.A.
1974.
- UNESCO .- Ocean Science for the Year 2000, Francia, -
Intergovernmental Oceanographic Commission Commission
1984.
- VERGARA, Ignacio .- Derrame de Petróleo : Esquemas internaciona

les de Indemnización por daños y derechos
de intervención del estado costero : Con-
ferencia Santiago de Chile, Agosto 1984.

T656
200

36791

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA
DEPARTAMENTO DE REGLAMENTACION Y DOCTRINA

SISTEMAS DE PLANEAMIENTO, PROGRAMACION, EVALUACION Y
CONTROL DE PROYECTOS (GANTT, C.P.M., PERT Y L.P.U).

Autor :

Arg. JORGE NORIEGA SANTOS

Bogotá, D.E., Febrero de 1.977

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA
DEPARTAMENTO DE REGLAMENTACION Y DOCTRINA

CURSO DE PLANEAMIENTO, PROGRAMACION, EVALUACION Y CONTROL DE PROYECTOS, (GANTT, C.P.M., PERT y L.P.U.).

Programa :

- I** HISTORIA Y DESARROLLO DE LA PLANEACION.
- a) Prelogómenos de la Organización.
 - b) Diagrama de Barras (Gantt).
 - c) Aplicación, ventajas y desventajas.
- II** INTRODUCCION AL METODO DE SECUENCIA CRITICA.
- a) Origen y Desarrollo del Pert.
 - b) Origen y Desarrollo del C.P.M.
 - c) Origen y Desarrollo del L.P.U.
 - d) Datos que pueden obtenerse por medio del Sistema.
- III** EL PROCESO DE PLANEACION.
- a) División de un Proyecto en Actividades.
 - b) Secuencia de las Actividades.
- IV** FORMACION DEL DIAGRAMA.
- a) Elementos de la Red.
 - b) Reglas básicas para construcción de la Red.
 - c) Nominación de los eventos.
 - d) Actividades virtuales.
- V** MODELO DE RED: SISTEMA DE ACTIVIDADES (C.P.M.).
- VI** MODELO DE RED: SISTEMA DE EVENTOS (PERT.).
- VII** MODELO DE RED: SISTEMA DE PRECEDENCIAS (L.P.U.).
- VIII** EL PROCESO DE PROGRAMACION.
- a) Reglas básicas para el cálculo del tiempo.
 - b) Cálculo de tiempo probabilístico.
 - c) Cómputo de tiempos.
 - d) Conceptos estadísticos en Programación.

- IX DETERMINACION DEL CAMINO CRITICO.
- X LA RUTA Y LAS FRONTERAS DE LAS ACTIVIDADES.
- a) Cálculo de las fluctuaciones
- XI DISTRIBUCION DE LOS RECURSOS.
- a) Análisis de costos.
b) Introducción al M.A.P.
c) Nivelación de recursos.
d) Optimización Económica.
- XII CONTROL DEL PROYECTO.
- a) Diagramas a escala de tiempo.
b) Herramientas de Control.
- XIII ACTUALIZACION DE LA RED.
- XIV SUB-REDES.
- XV COMPUTADORES
- a) El concepto de automatización
b) Procesamiento mediante computadores.

Director del Curso :

Arquitecto Jorge Noriega Santos : - Profesor de la U. Javeriana, Facultad de Arquitectura e Instituto de Capacitación; Profesor invitado de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de América y de la Universidad de los Andes; especializado en el Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento Cinva- C.R.A.; ~~Ex-~~ secretario del Instituto Universitario de la Construcción; Colaborador y ex-asesor del Centro Colombiano de la Construcción; Autor de varias investigaciones sobre Programación, Evaluación y Control. Curso de Programación Pert. I.B.M.. Especializado en Programación en Butler University, U.S.A.. Profesor de I.O.M. del curso sobre Organización y Métodos y Sistemas de Programación Pert, C.P.M. L.P.U.. Director de la División de Ingeniería y Arquitectura del Sena, Director Oficina de Programación y Control Instituto de Desarrollo Urbano.

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA
DEPARTAMENTO DE REGLAMENTACION Y DOCTRINA

CURSO SOBRE SISTEMAS DE PLANEAMIENTO, EVALUACION Y CONTROL (PERT - C.P.M. - y

L.P.U.).

Arq. Jorge Noriega S.

PRIMERA SESION :

1. DESARROLLO DE LA CIENCIA DE LA ADMINISTRACION :

1.1 RESEÑA HISTORICA :

La Organización y la administración existen en el mundo, desde que el hombre empieza a agruparse para su existencia y para iniciar una serie de labores implícitas - a la vida diaria, tales como la cacería, la agricultura y la organización social.

En las primeras épocas de la humanidad, el hombre no se preocupó de sistematizar - los procedimientos, en parte porque él podía para cualquier obra que emprendiera - obtener los recursos necesarios, ejemplo, si requería hombres, tenía los esclavos - el concepto tiempo era poco importante ya que en las obras podía consumir el tiempo que necesitara, el concepto costo tampoco era importante, ya que a cualquier - obra se le podía dar los recursos que ella necesitara, etc. Hoy en día sin embargo, nos encontramos con una situación completamente diferente ya que los recursos - cada vez son más escasos y necesitamos optimizar su utilización.

Es verdad que en estos períodos no se hizo una sistematización de los procedimientos, pero si se produjo una acumulación de conocimientos, que luego se va a ser reflejada en una serie de teorías que empiezan a aparecer a fines del Siglo XIX.

1.1.1 ADMINISTRACION CIENTIFICA :

Esta teoría de la administración científica fue creada por dos pioneros de la administración que fueron Freder Taylor y Henry Gantt, quienes trabajaban en una compañía carbonera y empezaron a estudiar el concepto tiempo y movimientos.

La teoría de la Administración Científica se basa en la idea central de que todo - sistema puede ser mejorado.

Taylor y Gantt se preocupan especialmente de los problemas a nivel de producción y logran estupendos resultados en éstas áreas al lograr determinar los conceptos de productividad, rendimiento, etc., en relación a cada trabajo.

1.1.2 DOCTRINA ADMINISTRATIVA

Esta teoría fue desarrollada en Europa por Fayol, quien se ocupó de otro nivel dentro de la organización que era el nivel Administrativo, este pionero también de la Administración, logra definir seis principios básicos para la administración, estos principios son los siguientes :

- 1o.- Pronóstico o Previsión.
- 2o.- Planeamiento.
- 3o.- Organización.
- 4o.- Dirección.
- 5o.- Coordinación.
- 6o.- Control.

El primer principio es el pronóstico que nos permite determinar o prever cualquier fenómeno dentro de un proceso.

Depende : De la Investigación.

Efectos : Sobre el Planeamiento.

Principio: La adecuación de tiempo, lugar, etc.

El segundo principio es el Planeamiento, mediante el cual logramos determinar qué se va hacer y cómo se va hacer.

Depende : Del Pronóstico.

Efectos : Sobre todas las demás funciones.

Principio: El orden. La política es la expresión del Planeamiento.

El tercer principio es la Organización, mediante la cual nosotros logramos asignar tareas y funciones dentro de un proceso.

Fundamento : El logro de fines.

Efectos : Sobre Coordinación y Control.

Principio : Relaciones Humanas.

El cuarto principio es el de la Dirección, que nos permite imprimir la energía necesaria al mando, este principio es el motor de la administración.

Implica : El uso de autoridad.

Efectos : Sobre el Planeamiento y sus resultados.

Principios: Autoridad y liderazgo.

El quinto principio es el de la Coordinación, mediante el cual logramos saber lo que se está haciendo y para qué se está haciendo.

Principio : La interrelación de procesos, tareas, funciones y personas.

Efectos : Sobre el Control.

El sexto principio es el de control, mediante el cual logramos que las tareas se cumplan. Cuando Fayol define este principio, lo define como un principio de tipo policivo, o sea lo importante para él era descubrir las fallas, antes que descubrir los elementos que permiten eliminar esas fallas. Este ha sido el principio que más se ha revaluado en los principios de Fayol.

Objeto : Descubrir y prevenir las fallas.

Depende : De la Coordinación.

1.1.3 TEORIA DE LAS RELACIONES HUMANAS :

Esta tercera teoría fue creada como una reacción a los principios de Taylor y de Fayol, en parte porque las dos Teorías anteriores tenían una falla fundamental, que eran mecanicistas o sea desconocían el elemento fundamental dentro del proceso administrativo o dentro del proceso de producción que era el hombre.

Esta escuela tiene su principal representación en Helton Mayo, quien hace una serie de experimentaciones en una compañía eléctrica tratando de descubrir la influencia del medio sobre el sistema de trabajo y logra definir una serie de elementos de motivación, supremamente importantes para el desarrollo organizacional y para el desarrollo de la administración.

Las teorías de Mayo son las pioneras de una serie de teoría que se producen en los años 50 a 60, y que van a destruir los mitos sobre la naturaleza humana.

1.1.4 TEORIA X e Y

Esta teoría es desarrollada por MacGregor, quien define que el hombre dentro de la organización puede tomar dos posiciones, la posición X donde asumirá una serie de características y la posición Y que asumirá las características contrarias.

Las características que el hombre asume de la posición X son las siguientes : Es un ser perezoso, un ser que no le gusta trabajar, que requiere ser presionado para que se integre con los objetivos de la empresa, y no le gusta asumir posiciones y tomar decisiones aunque ellas les implican un riesgo. Las características del hombre en una teoría Y son : Le gusta trabajar, ya que el trabajo es un desgaste natural, le gusta asumir responsabilidades y tomar decisiones, ya que es la única posibilidad que tiene de desarrollarse, no requiere ser presionado ya que él ejerce auto-control y auto-dirección.

MacGregor propone sus teorías como una serie de alternativas, que tiene la administración para enfocar al hombre dentro de la organización, si el hombre asume la posición X, lo mismo que si el hombre asume la posición Y, se debe también a que la empresa asume la posición Y.

1.1.5 TEORIAS DE LAS DECISIONES

Esta teoría fue desarrollada por Herber Simons, quien plantea la necesidad de considerar a la empresa como una suma de decisiones, y a las personas como unos seres que toman decisiones. Simons plantea también la teoría de que toda decisión está dividida en tres grandes etapas. La etapa inteligente, la etapa de diseño y la etapa de la escogencia, todas las personas dentro de la organización desarrollan algunas de estas etapas.

Al dividir la empresa en una serie de decisiones, Simons plantea dos grandes parámetros dentro de las decisiones, las decisiones altamente no programadas y las decisiones altamente programadas, las primeras serán las decisiones de no rutina, de decisiones que se toman muy pocas veces dentro de la organización. Para las primeras nosotros contamos con el concepto de Programación Eucarística y para las segundas, se han desarrollado los Manuales.

Para el gran campo existente entre las primeras y las segundas se han diseñado una serie de herramientas, que nos permiten cuantificar las decisiones, tales como la Programación Lineal, la Programación Dinámica, la Teoría de las colas y la Teoría de la probabilidad, etc.

Todas las anteriores teorías no implican sino un cambio de mentalidad, un cambio enfoque de la administración en relación a los objetivos de la empresa, el hombre empieza a tomar una gran importancia dentro de estas teorías y podemos considerar-

que en este momento es el epicentro del desarrollo ya que los teóricos modernos consideran que si el hombre se desarrolla la organización se desarrolla.

2. HERRAMIENTAS DE PLANEACION

2.1 GRAFICO DEL PROCESO

El desarrollo de las herramientas de planeación, es bastante paralelo al desarrollo de la ciencia de la administración. La primera herramienta de planeación fue desarrollada a mediados del siglo pasado, por un autor desconocido quien empieza a relacionar el concepto tiempo contra el concepto trabajo.

Un poco más tarde a finales del año 1895, William Crozier, Jefe de Ordenanzas de la Secretaría de la Defensa de los Estados Unidos, vio la necesidad de conocer día a día los trabajos en su proceso. Ideó un cuadro en el que se analizaban las promesas y las realidades, que denominó Gráfico del Proceso.

Este Gráfico le permitió a Crozier hacer una serie de aplicaciones muy importantes, sobre todo en el área de suministros y control de ellos para las diversas compañías durante la primera guerra mundial.

Un poco más tarde el Decano de la Universidad de Cincinnati Sneider desarrolló una publicación sobre el Departamento de Defensa de los Estados Unidos e hizo gran hincapié en el Gráfico de Proceso, desarrollado anteriormente. Esta publicación fue conocida por Taylor y Gantt, quienes empezaron a hacer una serie de aplicaciones civiles del Gráfico.

2.2 GRAFICA DE GANTT

A partir de las aplicaciones de tipo civil de la Gráfica de Proceso se empieza a hablar de la Gráfica de Barras o Gráfica de Gantt.

Taylor y Gantt introducen una serie de modificaciones a la Gráfica original del Proceso, que hacen que esta herramienta se convierta en un elemento supremamente valioso para la administración, ya que les permitía controlar los procesos en relación a la planeación y su comparación con la ejecución.

2.2.1 PRINCIPIOS DEL GRAFICO

En el gráfico de Gantt una división representaba a la vez una cantidad de tiempo y una cantidad de trabajo que debe hacerse en ese tiempo.

Las líneas trazadas a través del gráfico, representan la relación entre la cantidad de trabajo realizado durante un tiempo y la cantidad prevista durante el mismo.

Los espacios representan :

- 1o.- Cantidades iguales de tiempo.
- 2o.- Cantidades variables de trabajo previsto.
- 3o.- Cantidades variables de trabajo realizado.

Gantt desarrolló una serie de reglas para la aplicación en el gráfico que son las siguientes :

- 1o.- La cantidad de trabajo previsto en un período cualquiera se representa por una cifra al lado izquierdo.
- 2o.- La cantidad de trabajo que debe estar terminado en un momento dado se indica por una cifra al lado izquierdo.
- 3o.- El trabajo que empieza, abierto a la derecha.
- 4o.- El trabajo que termina, abierto a la izquierda.
- 5o.- El trabajo realizado con una línea fina.
- 6o.- El trabajo acumulado se indica con una línea fina.

El gráfico representa la relación del tiempo pasado, con el trabajo realizado. Es decir presente los hechos relacionados con el tiempo.

El pasado se proyecta sobre el porvenir y la información registrada en estos gráficos se convierte en dinámica.

Este gráfico puede ser utilizado en cualquier actividad humana, pero sobre todo en las actividades industriales que fue donde Taylor y Gantt hicieron las principales aplicaciones. Las aplicaciones desarrolladas por Gantt fueron las siguientes :

- 1o.- Gráfico de coordinación del trabajo y gráfico de carga de trabajo.
- 2o.- Gráfico de trabajo de máquinas y trabajo de hombres.

30.- Gráfica de Proceso de Trabajo.

2.2.2 VENTAJAS DEL METODO GANTT :

1. Podemos comparar lo realizado contra lo previsto.
2. Podemos definir cuales son las causas de que la producción sea menor que la planeación.
3. Logramos determinar responsabilidades del éxito o fracaso de un proyecto.
4. Ayudamos a reducir la inacción.
5. Es un método simple y eficaz de preparar planes de trabajo.
6. Es una manera fácil de representar los hechos, de modo que sean comprendidos.
7. Es un método para asegurar la ejecución del trabajo, en el tiempo deseado.
8. Es un método compacto, fácil de trazar y de leer.
9. El Gráfico de Gantt, en fin, nos permite relacionar el tiempo y el trabajo y mediante él logramos una utilización óptima de los recursos que estamos utilizando para un proyecto.

2.2.3 DESVENTAJAS :

1. No hay indicación formal de la secuencia de las actividades.
2. Si dos barras están en serie, no se sabe si son necesariamente secuenciales.
3. No se puede analizar el efecto producido por la alteración de una actividad.
4. La longitud de las barras no permite comprender que se desarrolla en la fecha.
5. Si se subdividen las actividades para hacer más fiel la representación, aumenta la complejidad de las relaciones secuenciales, ya que estudiarlas en diagramas de muchas actividades es imposible.

6. La utilidad del Diagrama de Barras disminuye en la proporción en que se aumentan las actividades.
7. El estudio de acortamiento de tiempo es muy laborioso, para poder determinar que actividades se pueden acortar y cuáles son las que influyen en la duración.
8. Existen en un proyecto varias operaciones que podemos variar dentro de ciertos límites de tiempo, sin que con ello varíe la fecha de terminación del proyecto. El conocimiento de esas actividades y sus facetas es muy importante para la programación.
9. El Gráfico de Gantt no nos da la programación óptima, por que no nos permite realizar rápidamente varios tanteos, para así escoger la solución más conveniente de acuerdo a las situaciones que estamos viviendo en relación a un proyecto.

SEGUNDA SESION :

1. HISTORIA DE LAS TECNICAS DE TRAYECTORIA CRITICA :

1.1 C.P.M. :

En 1956 la Dupont preocupada por sus problemas crecientes del volumen de construcciones, solicitó a un grupo de especialistas que estudiaran la planificación de un proyecto que consideraba la interrelación entre costos directos, los cuales aumentan con la disminución del plazo y los costos indirectos que disminuyen con esta.

Como requerían el uso de un computador trabajaron conjuntamente con la Remington Rand y desarrollaron un sistema de planificación y programación de proyectos basada en el análisis de mallas y que luego recibió la denominación de C.P.P.S. - (Critical Path Planning and Scheduling).

Este ensayo original se convirtió en el C.P.M. (Critical Path Method). Es interesante añadir que a este trabajo original no se le han hecho modificaciones fundamentales.

En 1958 cuando se había terminado la planeación se decidió hacer modificaciones y dar el trabajo a contratistas externos. Esta modificación requirió cambios en la planeación.

El grupo tradicional empleo cerca del 40% del esfuerzo inicial y el grupo de C.P.M. el 10% de la modificación.

1.2 PERT :

Casi simultáneamente ya que se inició en 1958 se desarrolló el Pert (Programm - Evaluation Research Technique) por la Armada de los Estados Unidos para el proyecto Polaris.

El Pert permite estudiar una programación para el proyecto y a la vez una probabilidad estadística para cumplirlo.

El Pert es una técnica basada en el análisis de mallas.

Con la aplicación del Pert la Armada terminó el Proyecto 18 meses antes de la fecha determinada para su finalización.

1.3 DIFERENCIAS ENTRE AMBOS METODOS :

C.P.M.

1. Determinístico.
2. Actividades de construcción (conocidas).
3. Pone énfasis en las actividades propiamente tales.

PERT.

1. Probabilístico.
2. Actividades de Investigación (desconocidas).
3. Pone énfasis en los eventos que deben ser alcanzados.

1.4 TENDENCIAS A LA SEMEJANZA :

Con el tiempo ambos métodos han ido asemejándose, tomando uno del otro los adelantos más útiles.

Actualmente se denominan métodos de Trayectoria Crítica, los que requieren de datos exactos, ya que el procesamiento de datos inexactos se traduce en pérdidas de tiempo y dinero.

Las técnicas de Trayectoria Crítica pueden señalar con absoluta precisión, cua

les son las actividades que determinan el plazo de la obra, cuales son necesarios apresurar para reducir este plazo y cuanto aumenta el costo total esta modificación.

Las técnicas de T.C. nos permiten determinar:

1. Qué actividad o combinación de éstas fijan el plazo de la obra.
2. Cuáles actividades se pueden retrasar sin que afecten el proyecto.
3. Cuáles actividades tienen menor costo de aceleración.
4. Cómo distribuir el personal, equipo y recursos económicos en un programa.

La mayoría de estos métodos requieren de personal altamente especializado y computadores, sin embargo, se han desarrollado métodos anuales que permiten utilizar estos sistemas sin incurrir en grandes gastos y este es el caso del sistema L.P.U. que analizaremos en detalle en próximas sesiones.

El Pert y el C.P.M. están basados en las premisas que la planeación y la programación son dos funciones diferentes y separadas.

Como estas técnicas las vamos a aplicar a un proyecto necesitamos conocer los elementos del proyecto.

1.5 ELEMENTOS DEL PROYECTO :

1. Operaciones que hacemos.
2. Recursos que utilizamos (hombres-materiales,-máquinas-dinero- tiempo).
3. Las condiciones y limitaciones bajo las cuales debemos trabajar. Estas limitaciones las podemos dividir en tres clases: Limitaciones físicas. Limitaciones de recursos y Limitaciones administrativas. Estas Limitaciones quedan fuera de nuestro control.

El Pert y el C.P.M. se aplican a proyectos : Un proyecto es cualquier tarea que tiene un principio y un fin determinado y requiere el empleo de uno o más recursos en cada actividad, para alcanzar los objetivos fijados para el proyecto.

Ejemplo : La creación y desarrollo de una herramienta es un proyecto. La manufactura regular y la venta de un producto, después de su introducción en el mercado no es un proyecto, sino más bien un proceso cíclico.

1.6 USOS DEL SISTEMA :

- Operaciones técnicas (producción, diseño).
- Operaciones comerciales (compras, ventas).
- Operaciones financieras (búsqueda y manejo de capital).
- Operaciones de seguridad (protección de bienes y personal).
- Operaciones de contabilidad (costos, inventarios, estadísticas, presupuestos).
- Operaciones administrativas (previsión, organización, dirección, coordinación y control).

Bien se trate de una empresa grande o pequeña estos grupos de funciones esenciales tendrán que existir.

El hecho de vernos obligados a analizar cada una de las operaciones, previa iniciación de la obra puede sacar a la luz detalles que de otra manera pasarían - inadvertidos.

1.7 DATOS QUE PUEDEN OBTENERSE POR MEDIO DEL SISTEMA :

Desde el punto de vista control :

1. El progreso del proyecto bien sea que se vaya dentro del horario, adelantado o atrasado.
2. El progreso de los subcontratistas.
3. Actividades que determinen la duración total del proyecto.
4. Nos indican día por día, que actividades deben estar desarrollan dose.
5. Establece las responsabilidades del trabajo.

Desde el punto de vista de la Administración :

1. Requerimientos de personal humano.
2. Requerimientos de materiales.
3. Requerimientos de equipos.
4. Nos indica día por día, que actividades deben estar desarrollándose.
5. Establece las responsabilidades del trabajo.
6. Requerimientos financieros.
7. Tiempo requerido para la ejecución del proyecto y actividades críticas.
8. Incidencias sobre la fecha de terminación, costos, equipos, materiales, y mano de obra por variaciones.
9. Fechas exactas de operación de sub-contratistas.
10. Interferencias de trabajos.
11. Incidencias sobre el proyecto producidas por escasez de materia-les, equipo y mano de obra.
12. Determinación de las fechas de entrega.
13. Costos extras para adelantar la fecha de terminación o ahorro por demora de tiempo.
14. Máximo acortamiento posible en el tiempo y el costo necesarios.

SESION NUMEROS TRES Y CUATRO :

1. PASOS EN LA PLANEACION DEL SISTEMA :

Al planear un proyecto el primer paso es establecer los fines específicos del proyecto, para luego proceder a estudiar cuáles son los pasos o acciones que deben cumplirse para lograr la realización.

El segundo paso es realizar la lista de las actividades.

Para hacer la lista de las acciones debemos contestar a la pregunta qué vamos a hacer ?

El tercer paso es realizar o determinar la secuencia de las actividades.

La secuencia nos dará como su nombre lo indica una idea de orden o prelación y para determinarla debemos contestar las siguientes preguntas :

- Qué actividades preceden ?
- Qué actividades siguen ?
- Qué actividades son simultáneamente ?

Actividades que siguen son aquellas que empiezan cuando la actividad que analizamos termina.

Actividades que preceden son aquellas que deben estar terminadas antes de empezar la operación que estamos analizando.

Actividades simultáneas son aquellas que se realizan al mismo tiempo o que pueden realizarse una vez que se hayan terminado en parte otras actividades. La secuencia que se define siempre, es una secuencia inmediata.

1.1 REPRESENTACION DEL MODELO . EL DIAGRAMA DE FLECHAS :

El modelo de redes o malla de un proyecto puede representarse en dos maneras. - El método que se usa en general y en que se basan la mayor parte de los progra-

mas de computación, es el uso de notación de flechas.

En este caso cada actividad es representada por una flecha, cuya cola representa el principio y la cabeza el final.

La cola está en el punto de las actividades que le preceden y la cabeza en las actividades que la siguen.

Estas flechas no son vectores ya que ordinariamente la longitud como su dirección no tienen significado, aunque la malla final se traza de tal modo que la proyección de cada flecha de cola a cabeza corra de izquierda a derecha.

El modelo del proyecto es un modelo lógico, antes que un modelo a escala.

1.2 REGLAS PARA LA REPRESENTACION DE FLECHAS :

1. Se usa una flecha y solamente una, para representar la actividad a ser realizada.
2. Las flechas se conectan para formar un modelo de proyecto, respondiendo para cada operación que precede inmediatamente a esta actividad ?
3. Las flechas se conectan para formar un modelo de proyecto, respondiendo para cada actividad que sigue inmediatamente a esta operación ?
4. Las flechas se conectan para formar un modelo de Proyecto, respondiendo qué actividad es simultánea ?
5. Las funciones, operaciones o actividades pueden ser divididas y representadas por varias flechas.

1.3 EVENTOS :

Evento es el comienzo o final de una actividad, teóricamente el evento es un momento instantáneo en el tiempo.

Los eventos se identifican por medio de números. Esto es se numeran, especialmente cuando se va a trabajar con computadores.

REGLAS :

1. El número de la cola de cualquier flecha debe ser siempre menor que el número de la cabeza.
2. El primer número de una actividad, debe estar de último de todas las actividades que la preceden.
3. El primer número de una actividad, debe estar de primero de todas las actividades que son simultáneas.
4. El último número de toda actividad debe estar de primero de todas las actividades que la siguen.
5. Entre cada par de eventos no puede existir más de una flecha que los une.

A veces la regla anterior no es posible cumplirla por lo cual es necesario recurrir a actividades ficticias o virtuales que tienen duración y costo nulo, que solo indican relación de secuencia y que se utilizan para esclarecer la red.

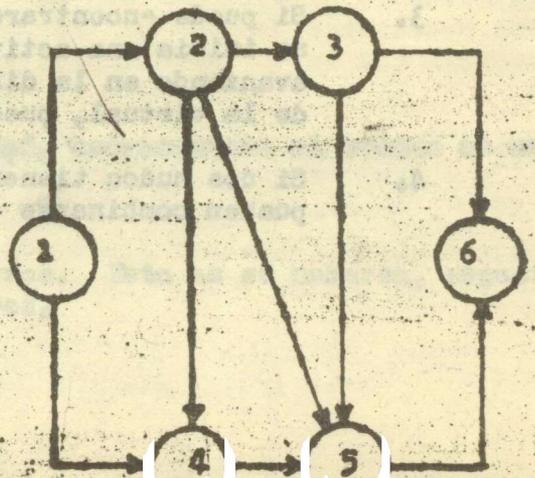
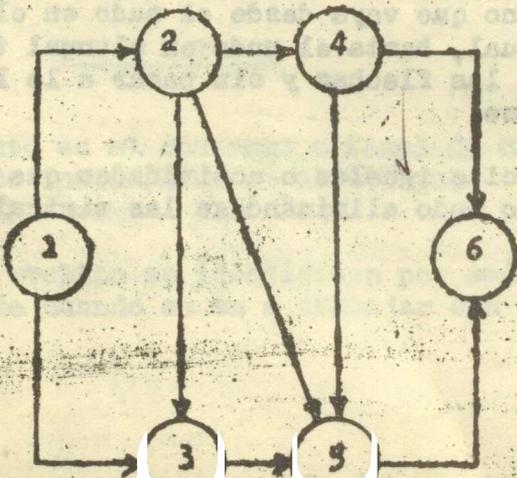
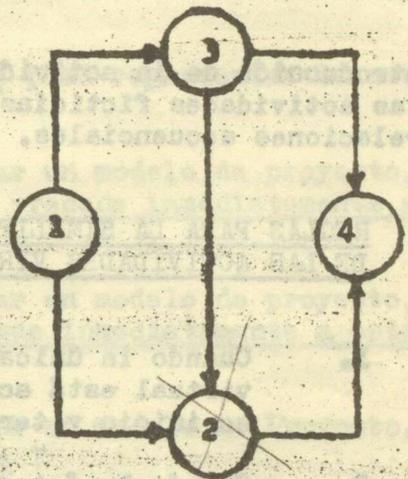
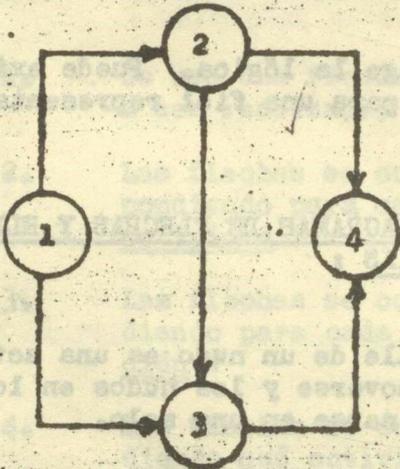
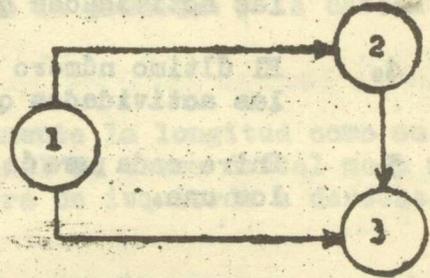
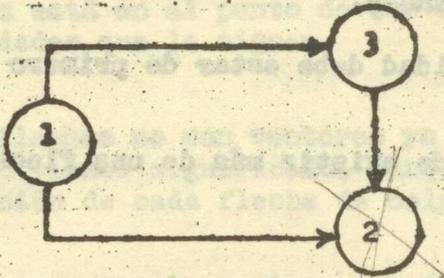
La introducción de la actividad ficticia corrige la lógica. Puede existir cuantas actividades ficticias sean necesarias para una fiel representación de las relaciones secuenciales.

1.4 REGLAS PARA LA SIMPLIFICACION DE LOS DIAGRAMAS DE FLECHAS Y ELIMINACION DE LAS ACTIVIDADES VIRTUALES INNECESARIAS :

1. Cuando la única actividad que sale de un nudo es una actividad virtual esta actividad puede removerse y los nudos en los cuales se inicia y termina pueden combinarse en uno solo.
2. Cuando la única actividad que llega a un nudo es una virtual, ésta puede removerse a los nudos entre los cuales se desarrolla combinarse en uno solo.
3. Si puede encontrarse un camino que vaya desde el nudo en el cual se inicia una actividad virtual, hasta el nudo en el cual termina avanzando en la dirección de las flechas y sin pasar a lo largo de la virtual, puede removerse.
4. Si dos nudos tienen precedencias iguales o actividades que siguen pueden combinarse en un solo nudo eliminándose las virtuales.

EN LOS SIGUIENTES DIAGRAMAS DETERMINE LAS NUMERACIONES CORRECTAS O INCORRECTAS

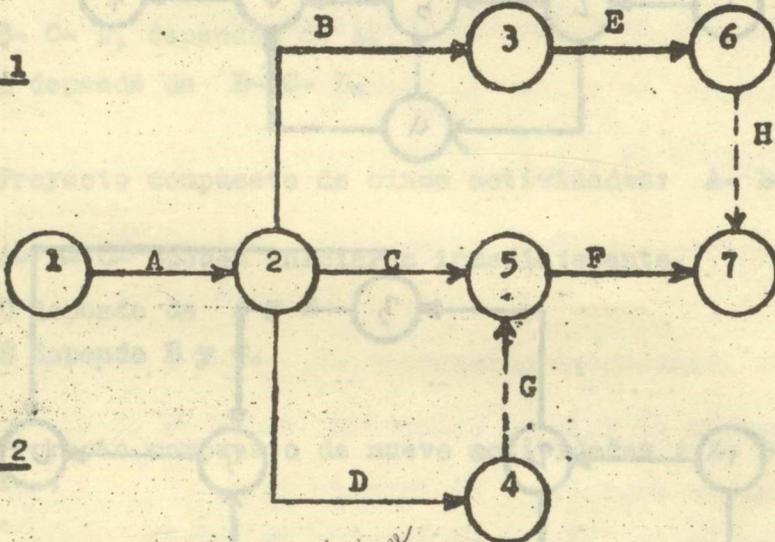
SESION NUMERO CUATRO :



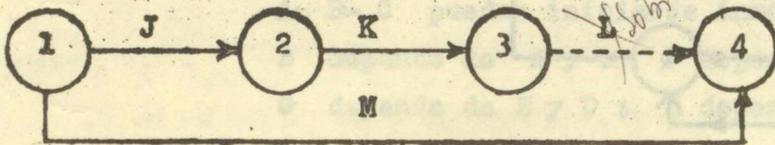
SESION NUMERO CUATRO :

EN LOS SIGUIENTES DIAGRAMAS DETERMINE LAS ACTIVIDADES FICTICIAS O VIRTUALES QUE SON REALMENTE NECESARIAS.

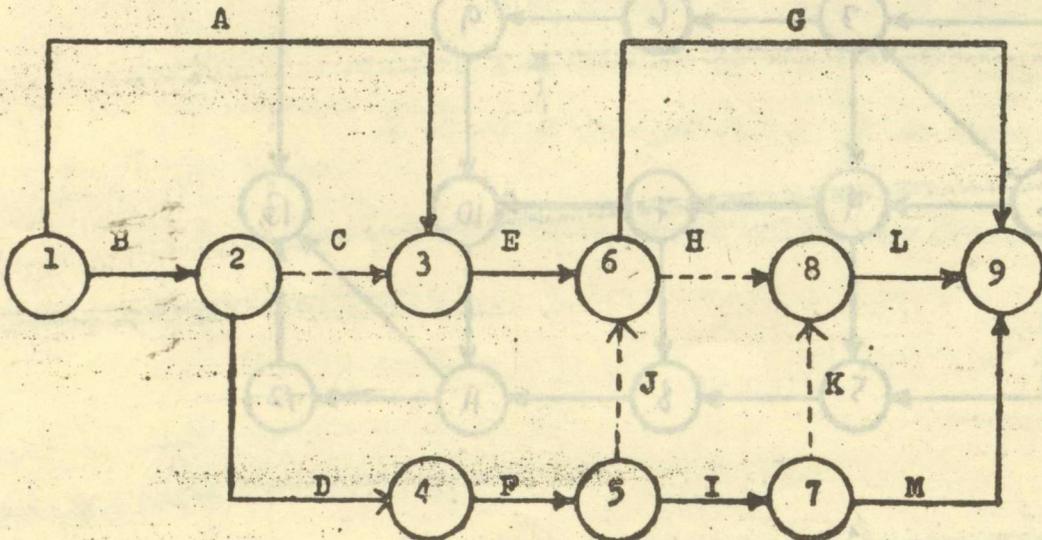
EJERCICIO No. 1



EJERCICIO No. 2



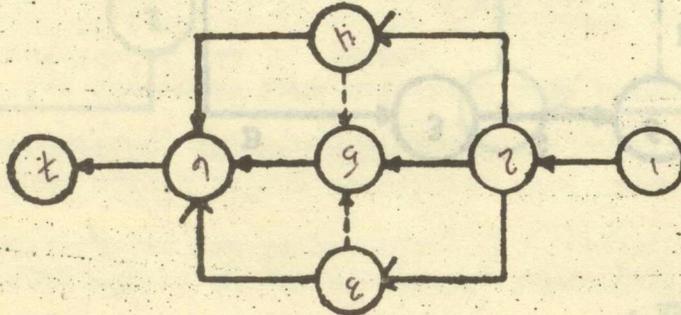
EJERCICIO No. 3



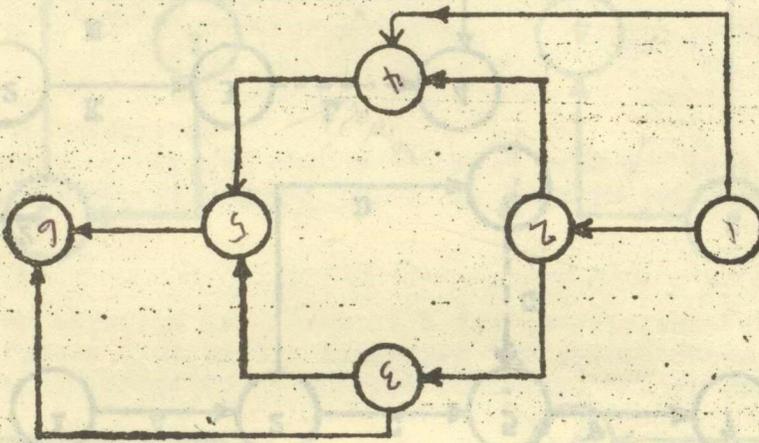
EN LOS SIGUIENTES DIAGRAMAS NUMERE LOS EVENTOS

SESION NUMERO CUATRO

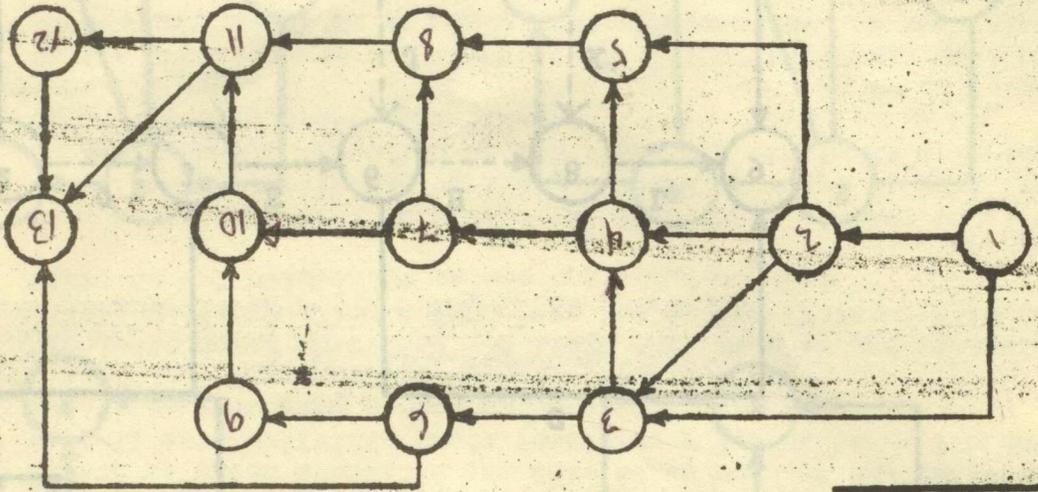
EJERCICIO No. 1 :



EJERCICIO No. 2 :



EJERCICIO No. 3 :



SESION NUMERO CINCO :

EJERCICIOS : ACTIVIDADES VIRTUALES

No. 1: Proyecto compuesto de cinco actividades : A- B- C- D y E.

B- C- D, dependen de A.

E depende de B- C- D.

No. 2: Proyecto compuesto de cinco actividades: A- B- C- D y E.

A- B- C- pueden iniciarse inmediatamente.

D depende de A y B

E depende B y C.

No. 3: Proyecto compuesto de nueve actividades : A- B- C- D- E- F- G- H- I- .

A- B- C pueden iniciarse inmediatamente.

D depende de A y B; F depende de C; E depende de B y C.

G depende de E y D ; H depende de E y F; I depende de G y H.

SESION NUMERO SEIS :

EJERCICIOS : DIBUJO DE REDES :

No. 1 :

Un proyecto está formado por cinco actividades : A- B- C- D- E.

Dibuje el diagrama de flechas y numere si;

A- Depende de T.I.; D- Depende de B.

B- Depende de A ; E- Depende de B y C.

C- Depende de A ; El proyecto termina al terminar D y E.

No. 2 :

Un proyecto está formado por ocho actividades : A- B- C- D- E- F- G- H.

Dibuje diagramas y numere :

A- Depende de T.I.; B-Depende de A-B.

B- Depende de T.I.; F- Depende de D.

C- Depende de T.I.; G- Depende de E-F-C.

D- Depende de A.B.; H- Depende de D.

No. 3 :

El proyecto está formado por 6 actividades : A- B- C- D- E- F.

Dibuje diagramas y numere :

A- Depende de T.I.; D- Depende de A.

B- Depende de T.I.; E- Depende de A y B.

C- Depende de A. ; F- Depende de C- D- E.

El proyecto se termina cuando termina F.

SESION NUMERO SEIS :

EJERCICIOS : DIBUJO DE REDES :

No. 4:

Un proyecto está formado por 13 actividades :
A- B- C- D- E- F- G- H- I- J- K- L- M.

Dibuje diagrama y numere sí :

A- Depende de T.I. ; G- Depende de B.

B- Depende de T.I. ; H- Depende de B.

C- Depende de A. ; I- Depende de A.

D- Depende de C- G ; J- Depende de I.

E- Depende de C-G-H; K- Depende de J- D- E.

F- Depende de C-G-H; L- Depende de I.

M- Depende de L.

El proyecto se termina cuando termina M- K- F.

No. 5:

Un proyecto está formado por once actividades :
A- B- C- D- E- F- G- H- I- J- K.

Dibuje diagrama y numere sí :

A- Depende de T.I.

B- Depende de A.

C- Depende de B.

D- Depende de C.

E- Depende de B.

F- Depende de B.

G- Depende de B.

H- Depende de G- E- D.

I- Depende de C.

31.

J- Depende de I- E- G-

K- Depende de F- J- H.

El proyecto está formado cuando K, termine.

Un proyecto está formado por 14 actividades :
A- B- C- D- E- F- G- H- I- J- K- L- M- N.

Dibuje diagrama y numere si :

- A- Depende de I ;
- B- Depende de A ;
- C- Depende de B ;
- D- Depende de B ;
- E- Depende de C ;
- F- Depende de A ;
- G- Depende de F ;
- H- Depende de A ;
- I- Depende de F.
- J- Depende de H.
- K- Depende de J- I
- L- Depende de D- E- G
- M- Depende de K
- N- Depende de L- M.

Un proyecto termina cuando termina N.

SESION NUMERO SIETE :

PROGRAMACION DE UN MATRIMONIO

La programación de una boda por sistemas de trayectoria crítica se hace para mostrar el grado de adaptabilidad que tiene estos sistemas para ser aplicados a cualquier tipo de proyecto.

El objetivo principal es el conocimiento claro de las actividades componentes del proyecto y su distribución adecuada.

En este trabajo el tiempo y el costo son de importancia secundaria. No tiene importancia la reducción del tiempo de ejecución de las actividades y por otra parte el proyecto tiene una flexibilidad muy pequeña, concentrada en la actividad número veintiuno que corresponde al viaje de bodas, y por supuesto que esta nadie la desea reducir.

En cuanto al costo, este es muy variable en atención a las posibilidades y gustos de los interesados.

A C T I V I D A D

S E C U E N C I A

Nombre ACTIVIDADES.

A eso sigue

0	Iniciación.....	1
1	Solicitar la mano.....	2, 3, 7, 8, 16
2	Amonestaciones.....	9
3	Alquiler de casa.....	4
4	Comprar muebles.....	-
5	Comprar vestido.....	10
6	Comprar traje.....	10
7	Pedir préstamo.....	4, 5, 6, 11, 19
8	Certificados.....	9
9	Ceremonia Civil.....	10
10	Ceremonia Religiosa.....	14
11	Anillos y Arras.....	10
12	Ramo.....	10
13	Alquiler auto.....	10
14	Fotografías.....	20
15	Invitaciones.....	10

SESION NUMERO OCHO

EJERCICIO : DIBUJO DE REDES :

EJERCICIO No. 7 :

Dibujar diagrama - numerar eventos

<u>Actividades :</u>	<u>Act.</u>	<u>Depende</u>
1- Detener el coche	A	T.I.
2- Abrir baúl	B	A
3- Sacar repuestos	C	B
4- Aflojar tuercas	H	F- G
5- Levantar coche con el gato	J	I- H
6- Colocar llanta de repuesto	M	L- C
7- Bajar el coche	P	O
8- Sacar destornillador para quitar tapón	E	D
9- Quitar tapón	G	E
10- Volver a poner tuercas	O	M
11- Guardar la llanta	N	C -L
12- Apretar tuercas	Q	P
13- Sacar el gato	D	B
14- Colocar gato	I	D
15- Guardar destornillador	N ¹	G
16- Sacar llave de tuerca	F	B
17- Quitar las tuercas	K	J
18- Volver a colocar el tapón	R	Q
19- Guardar llave de tuerca	T	Q
20- Cerrar baúl	U	S- T- N- N-
21- Guardar gato	S	P
22- Quitar llanta	L	K
23- Continuar manejando	V	R- U

SESION NUMERO OCHO

LISTA DE ACTIVIDADES

Depende

No.	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES PRECEDENTES
1-	Construcción de muros	26- 22 14
2-	Adquisición de materiales para la cubierta	- 2
3-	Construcción de desagües	9
4-	Carpintería (en el taller)	-
5-	Plomería	1
6-	Electricidad (primera etapa)	1
7-	Adquisición de materiales para cimientos	- 2
8-	Limpieza y nivelación del lote	- 2
9-	Trazado y replanteo	5- 27
10-	Excavaciones cimientos	7
11-	Electricidad (segunda etapa)	6
12-	Pañetes	3- 6- 5- 20
13-	Pisos	3- 6- 5- 20
14-	Adquisición de materiales para muros	-
15-	Colocación de aparatos sanitarios	3- 5- 20
16-	Colocación de vidrios	21
17-	Pintura General	25
18-	Pintura de ventanas	16
19-	Yeso y pulimiento	11- 12- 13
20-	Construcción de la cubierta	1- 2
21-	Carpintería en la obra	4- 19
22-	Construcción cierre de antejardín	9
23-	Arreglo de antejardín	22
24-	Limpieza	17- 18- 15
25-	Colocación de cerraduras	21
26-	Construcción cimientos	7- 10
27-	Consecución del personal para el trazado y replanteo.	-

SESION NUMERO NUEVE

SISTEMAS DE PLANEAMIENTO.

Ventajas del Diagrama de Flechas :

1. El diagrama es un modelo de trabajo que puede ser seguido fácilmente por cualquiera.
2. Por medio de un diagrama puede asiliarse de manera inmediata el alcance del proyecto.
3. Los problemas quedan resueltos en el papel antes de que ocurran.
4. La posibilidad de omisión se reduce considerablemente.
5. Se logra coordinación entre el trabajo y las entregas materiales.
6. El trabajo se planea en el orden en el cual debe hacerse, más que el que podría hacerse.
7. Para cada trabajo todo trabajo previo es evidente.
8. La preparación de un diagrama de flechas requiere la cooperación de las personas que supervisan o que harán el trabajo. El resultado será su plan más bien que algo impuesto.

Desventajas :

1. Cantidad de tiempo.
2. Esfuerzo.
3. Detalle requerido.

Modelo de Redes con eventos en el nudo :

Este sistema solo se utiliza en el sistema Pert.

El evento se considera un suceso importante o un punto de control del plan.

El evento simboliza la iniciación o terminación de un trabajo.

Para construir una red de eventos debemos analizar el proyecto y determinar los objetivos principales, luego se procede cuando los objetivos son definidos, la red se simplifica, pero cuando son complejos es necesario hacer una subdivisión para saber que objetivos secundarios nos permiten cumplir los objetivos primarios.

Una de las facilidades de este sistema es la facilidad de unión de varias redes de eventos para la confirmación de una red total.

Para efectos de control puede ser más cómodo el sistema de eventos en los nudos, porque nos permiten conocer iniciaciones y terminaciones.

Modelo de Redes, Diagramas de Precedencia : (L.P.U.)

El tercer sistema para representación de proyectos mediante diagramas se le denomina "Diagrama de Precedencias" o L.P.U. (Lines Points unión).

Este sistema fué ideado por John Fondahl de la Universidad de Stanford en 1.961.

En este sistema las actividades se realizan en el nudo.

El procedimiento para hacer este modelo es exactamente el mismo que utilizamos al hacer el modelo de Diagrama de Flechas.

La Red se construye utilizando las líneas de unión entre las actividades.

Ventajas del sistema de precedencias :

1. Simplicidad en la representación del modelo : las reglas son más simples. No hay flechas. Hay menos peligro de errores.
2. Facilidad de revisión : En una obra pueden ocurrir cambios de diseño o de método que requieran cambios y modificaciones en el diagrama.
3. Numeración : en el diagrama de actividades o precedencias tiene un número que puede asignarse en la forma lo cual nos evita los problemas que ocurrirían al cambiar la numeración.

Las actividades solo tienen un número lo cual facilita la identificación.

La desventaja que se le anota a este sistema de numeración es que la identificación de números dobles permite al computador reconstruir inmediatamente la red, mientras que con el número sencillo no.

Esto puede obviarse dándole al computador la numeración de las líneas de secuencia, las cuales tendrán numeración doble.

SESION NUMERO NUEVE

Ejercicios de Precedencias

No. 1: Un proyecto está compuesto de 16 actividades.

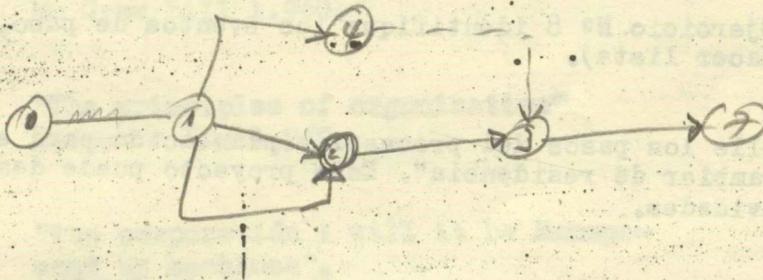
Dibuje el diagrama de precedencias y numere.

- 1- No tiene dependencia
- 2- Depende de 1
- 3- Depende de 1
- 4- Depende de 2
- 5- Depende de 1
- 6- Depende de 3 y 4
- 7- Depende de 4 y 5
- 8- Depende de 2
- 9- Depende de 2
- 10- Depende de 3
- 11- Depende de 6 y 7
- 12- Depende de 8- 9 y 10
- 13- Depende de 11
- 14- Depende de 11 y 12
- 15- Depende de 11
- 16- Depende de 13- 14 y 15

Revisión Conceptos antes de entrar a Programación

CURSO DE PLANEAMIENTO, PROGRAMACION Y CONTROL DE PROYECTOS

1. La actividad 6-7 precede a las actividades 7-8 ; 8-9 y 7-9?
Analice cada una.
2. La actividad 8-9 ^{simultánea} coexiste con las actividades 8-10; 8-9 y --
8-8? Analice cada una.
3. La actividad 7-3 antecede a las actividades 3-5 ; 2-3 y 3-1?
Analice cada una.
4. La numeración de las siguientes actividades es correcta :
3-5; 2-5; 4-7; 7-1; 2-1; Analice cada una y diga cuales son
los incorrectos.
5. Analice la siguiente red y determine sus fallas.



6. Cuáles son los pasos en el planeamiento de una red? en pocas pa-
labras.
7. Desarrolle la red para el siguiente proyecto. Levantar tres pos-
tes de luz. Las actividades a desarrollar son : Excavaciones de
los huecos y colocación de los postes.
Considere tres alternativas : 1) Se dispone de personal suficien-
te para trabajar en todos los frentes. 2) Solo se dispone de una
cuadrilla para excavación. 3) Solo se puede excavar un hueco y
colocar un poste a la vez.
8. En el siguiente Diagrama determine la lista y la secuencia o de-
pendencia de las actividades.

9. Considera Ud. que algunas de las desventajas que nosotros hemos anotado al sistema de Barras pueden ser solucionadas y cómo ?
10. Haga una lista de 10 proyectos en los que Ud. considere se puede aplicar los sistemas de Trayectoria Crítica.
11. Considera de utilidad la aplicación de las técnicas de Trayectoria Crítica a la solución de Proyectos de Decisiones altamente programadas ?
12. Si Ud. tuviera que implantar las técnicas de Trayectoria Crítica en su Empresa, cual sería el método a seguir ?
13. Porque la Planeación y la Programación deben ser dos procesos diferentes en la aplicación del método de Trayectoria Crítica ?
14. En el Ejercicio Nº 8 identifique los eventos de paso, unión y dispersión (Hacer lista).
15. Desarrolle los pasos del proceso de planeación para el siguiente proyecto : "Cambiar de residencia". Este proyecto puede desarrollarse en 15 ó 20 actividades.

NOTA : No es necesario copiar las preguntas, pero si debe indicar en cada respuesta el número de la pregunta correspondiente.

La evaluación de sus respuestas dependerá de su calidad y no de la extensión.

EL DIRECTOR DEL PROGRAMA.-

SESION NUMERO UNO

BIBLIOGRAFIA

- DRUCKER PETER : "The practice of management"
Harper - Row 1.954.
- KOONTZ HAROLD : "The management theory jungle"
Journal of the academy of management.
Vol 4 No. 3 1.961.
- LEVY ALAN : "New developments in management"
Journal of industrial engineering.
May - June 1.965.
- MCGREGOR : "The human side of enterprise"
Mc Graw hill 1.960.
- MOCNEY Y JAMES: "The principles of organization"
Herper - Row 1.947.
- SIMON HERBERT : "The corporation : will it be Manage-
ment by machines".
Mc Graw hill 1.960.
- CLARK WALLACE: "El gráfico de Gantt"
José Montesso Barcelona 1.954.
- INTANTE ARTURO: "Apuntes del curso automatización en
la Administración". Universidad An-
des 1.963.
- SIMON HERBERT: "La nueva ciencia de la decisión Admi-
nistrativa". Tomado de "The Shape of
automation for men and management"
- NEWMAN WILLIAM: "Programación, organización y control"
Densto 1.964.

"Industrial management in transition"
Irwin Inc 1964.

PHILPOTT G :

"The elements of administration"
Harcourt Brothers 1944.

DRICK T :

"Management planning and control"
Mc Graw Hill Book company 1949.

GOFFZ B :

"The functions of the executive"
Harvard University Press 1949.

BARVAD B :

"Executives evaluate administrative
conferences"
Advanced management 1950.

KALISBERG M :

"Directors and their functions"
Graduate School of Business Adminis-
tration 1950.

BARKE J :

"Organization as a technical problem"
Institute of Public Administration 1945.

DRICK T :

"Centre of management"
American management association N. York
1961.

BARNE ALBY :

SESION NUMERO NUEVE :

FASE DE PROGRAMACION :

Es la segunda etapa de un proyecto y es tan importante como la de planeación.

En la fase de programación, la información preparada e incluida en la planeación, es utilizada para producir un programa, para las actividades del proyecto.

En esta fase se determina el tiempo necesario para cada actividad.

En el trabajo de cálculo de tiempo debe confiarse a personal muy capacitado, que conozca las tareas a desarrollarse.

Las estimaciones de tiempo deben representar el tiempo más probable, basándose sobre una asignación realista de recursos y una correcta evaluación de las condiciones prevaletientes.

La programación incluye :

1. Estimación de tiempos.
2. Determinación de las fechas de iniciación.
3. Determinación de las fechas de terminación.
4. Duración total del proyecto.
5. Determinación de las fronteras u holguras.
6. Determinación de las actividades críticas. (C. Crítico).

ESTIMACION DE TIEMPOS :

Muchas veces hemos hablado del tiempo del proyecto, en esta fase de programación veremos en que consiste y cuales son los procedimientos para determinarlo.

La asignación de tiempo para cada actividad se puede hacer basado en rendimiento -

tos normales o también si queremos hacerlo más científicamente mediante el estudio de curvas de costo - tiempo.

El tiempo depende del personal y del equipo.

Para estas estimaciones de tiempo los recursos de personal y equipo que se usan son los que se usarían para desarrollar la actividad en condiciones normales.

Al hablar de tiempo es necesario recordar que existen dos tipos de tiempo :

Tiempo de proyecto y Tiempo de calendario, el primero de ellos es absoluto mientras que el segundo está afectado por días festivos, domingos, etc.

El tiempo necesario para efectuar una actividad puede estimarse en la unidad que sea más conveniente de acuerdo a la naturaleza del proyecto.

En un proyecto corto podemos utilizar horas o minutos. Para proyectos grandes días, semanas o aún meses.

No se debe utilizar fracciones de tiempo o fracciones de unidad, ya que esto dificultaría el proceso de cálculo.

Es muy importante que los tiempos sean los más reales, ya que los resultados de la programación estarán en proporción directa con la realidad de las acciones asumidas.

Una vez conocidos los tiempos de cada actividad nos interesa conocer el tiempo de terminación del proyecto.

Para poder determinar la fecha de terminación de un proyecto necesitamos conocer tres datos a saber :

1. Fecha de iniciación del proyecto.
2. Relación de secuencia de las diversas actividades del proyecto.
3. Determinar el tiempo de ocurrencia más próximo posible para cada evento en la red que estamos utilizando hasta concluir en el último evento.

La fecha de iniciación del proyecto no es de mucha importancia para nuestro cálculo, ya que podemos efectuar todos los cálculos llamando esa fecha inicial "día cero" y luego convertir todas las fechas en calendario haciendo las operaciones correspondientes.

Toda actividad tiene dos conceptos de iniciación que son :

- Iniciación Primera (I.P.)
- Iniciación Última (I.U.)
- Estos conceptos de Iniciación nos llevan a definir dos conceptos de terminación.
- Terminación Primera (T.P.)
- Terminación Última (T.U.).

Para el cálculo de I.P. realizamos un recorrido hacia adelante en el modelo su-
mando las duraciones de las actividades, en caso de que a un evento llegue más
de una actividad tomamos el mayor de estos tiempos.

Para el cálculo de I.U. realizamos un recorrido hacia atrás en el modelo, res-
tando las duraciones de las actividades, en caso de que a un evento lleguen ha-
cia atrás más de una actividad, tomamos el menor de estos tiempos.

DEFINICIONES COMPLEMENTARIAS

"Calculo de los tiempos"

4)

Eventos :

Tiempo minimo de un evento :

Es aquel antes del cual no puede completarse el evento, en consecuencia, antes del cual no puede comenzar ninguna de las actividades que en el se incluyen.

Tiempo maximo de un evento :

Es aquel despues del cual no puede completarse un evento sin que se produzca la interrupcion de las actividades que parten de el.

Holgura o margen de un evento :

Es la diferencia entre el tiempo maximo y el tiempo minimo de un evento.

Actividades :

3)

Tiempo minimo de comienzo de una actividad :

(P. Man. C.) "Earliest start time (E.S.T.)". Es el tiempo minimo en que una actividad puede comenzar y es igual al tiempo minimo en el cual la actividad se inicia, este concepto es el mismo de (I.P.).

Tiempo maximo de comienzo de una actividad :

(P. Man. C.) "Latest start time (L.S.T.)". Es el tiempo maximo en el

cual la actividad puede comenzar, si se quiere mantener la duración mínima de todo el proyecto y es igual al tiempo máximo de terminación de la actividad menos la duración de la misma (t), este concepto es el mismo de (I.U.).

Tiempo mínimo de terminación de una actividad :

(T. Min. T.) "Earliest finish time (E.F.T.)". Es el tiempo mínimo en el cual puede incluirse una actividad y es igual al tiempo mínimo de comienzo de la actividad (T. Min. C.) más su duración (t), este concepto es el mismo de (T.P.).

Tiempo máximo de terminación de una actividad :

(T. Max. T.) "Latest finish time (L.F.T.)". Es el tiempo máximo en que una actividad puede terminar sin demora el proyecto y es igual al tiempo máximo del evento donde termina la actividad, este concepto es el mismo de (T.U.).

C). MARGENES U HOLGURA DE LAS ACTIVIDADES (FRONTERAS) :

Margen Total (M.T.)

"Total Float (T.F.)". Tiempo adicional máximo del cual se puede disponer para terminar una actividad o una cadena de actividades. Este tiempo no puede excederse sin demorar el proyecto. Se calcula así :

$$\begin{aligned} \text{M.T.} &= \text{T. Max. T.} - \text{T. Min. T.} \\ &= \text{T. Max. C.} - \text{T. Min. C.} \end{aligned}$$

ó también,

$\text{M.T.} = \text{D} - (\text{A} + \text{t})$, en el cual D es el tiempo máximo del evento en el cual termina la actividad, A es el tiempo mínimo del evento en el cual se inicia la actividad y t es la duración de la misma (Véase la figura).

M.D. es igual a la diferencia entre el margen total y el margen 11-

Interfering float (I.F.)^o. El tiempo adicional máximo del cual se puede disponer para terminar una actividad o una cadena de actividades, sin que retrasando el comienzo o la terminación de las actividades se alteren las fechas de inicio y fin de las actividades. El exceso aumenta la duración del proyecto.

MARGEN LIBRE (M.L.)^o

M.L. = C - (A + t)^o en la cual A y t tienen el significado expuesto en el texto en el cual termina la actividad. (Véase la figura).

t también,

M.L. = F.M.M. C de la actividad siguientes menos F.M.M. t de la actividad Considerada.

"Free float" (F.F.)^o. Tiempo adicional máximo del cual se puede disponer para terminar una actividad o cadena de actividades sin demorar el comienzo ni la terminación de las actividades siguientes. El margen libre se obtiene así:

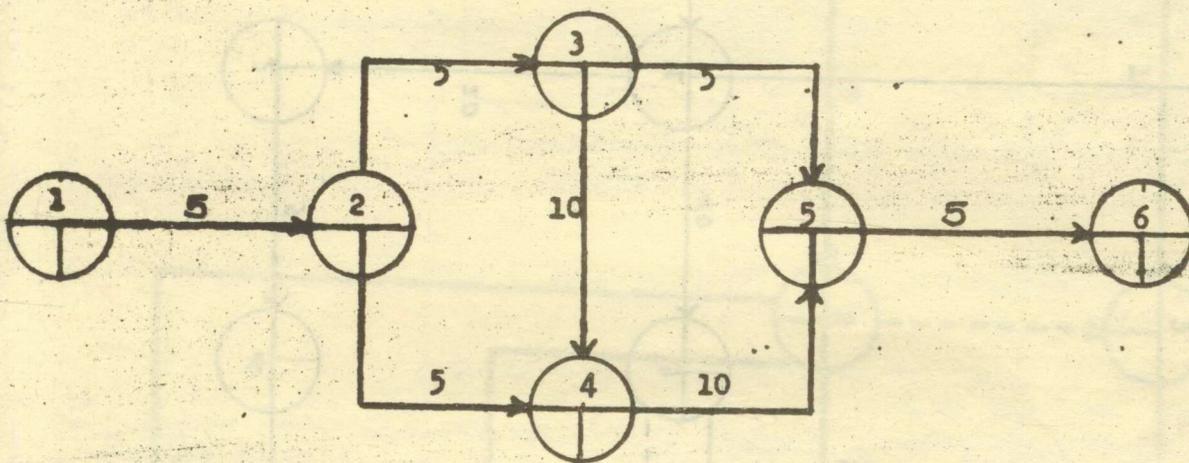
MARGEN LIBRE (M.L.)^o :



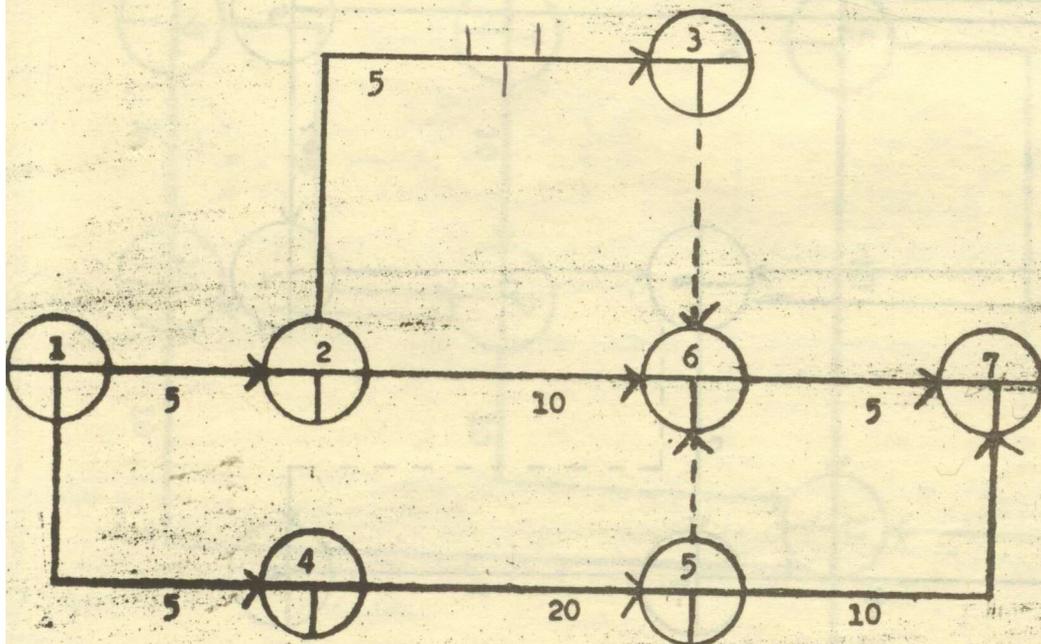
SESION NUMEROS ONCE Y DOCE

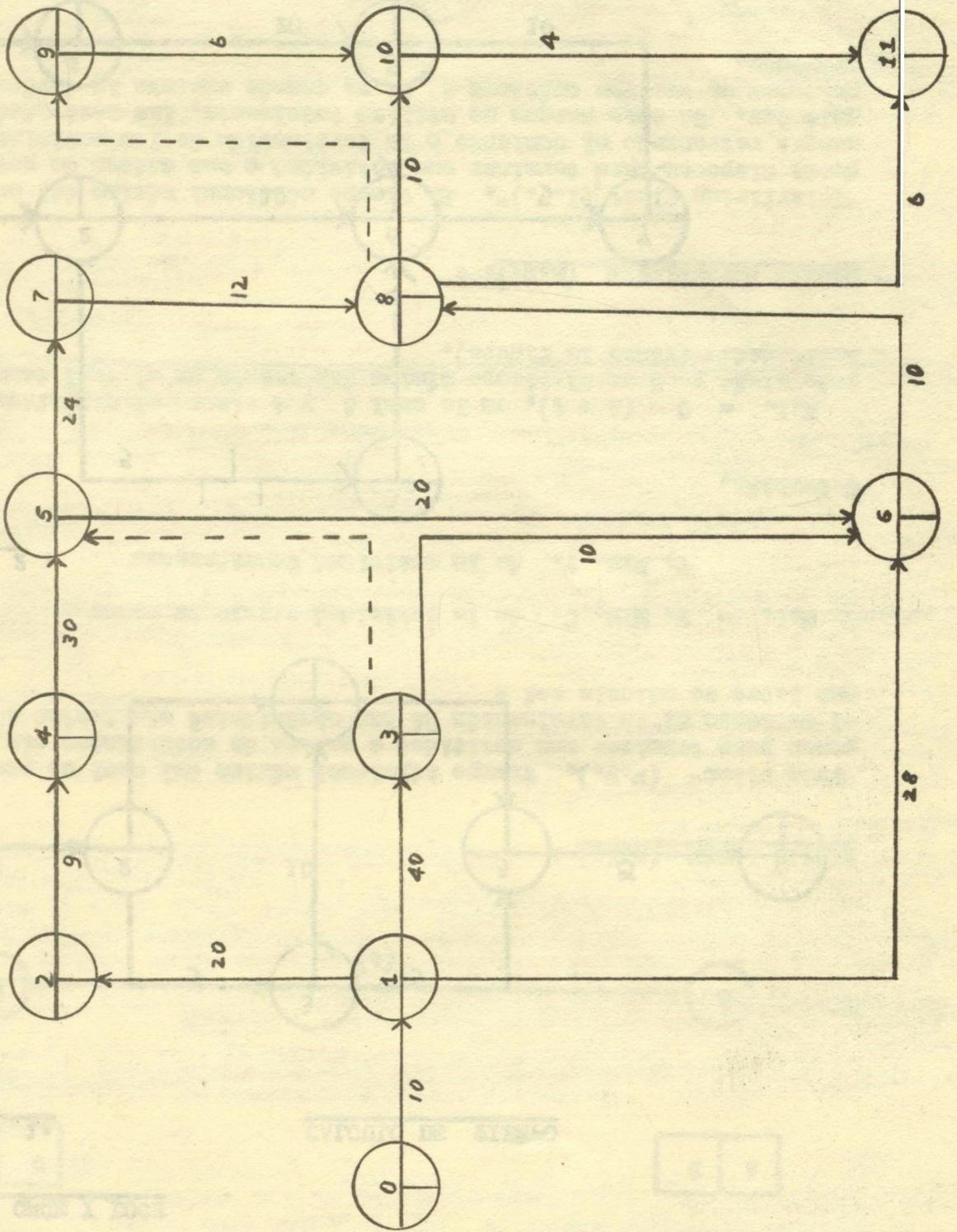
EJERCICIO No. 1:

CALCULO DE TIEMPO



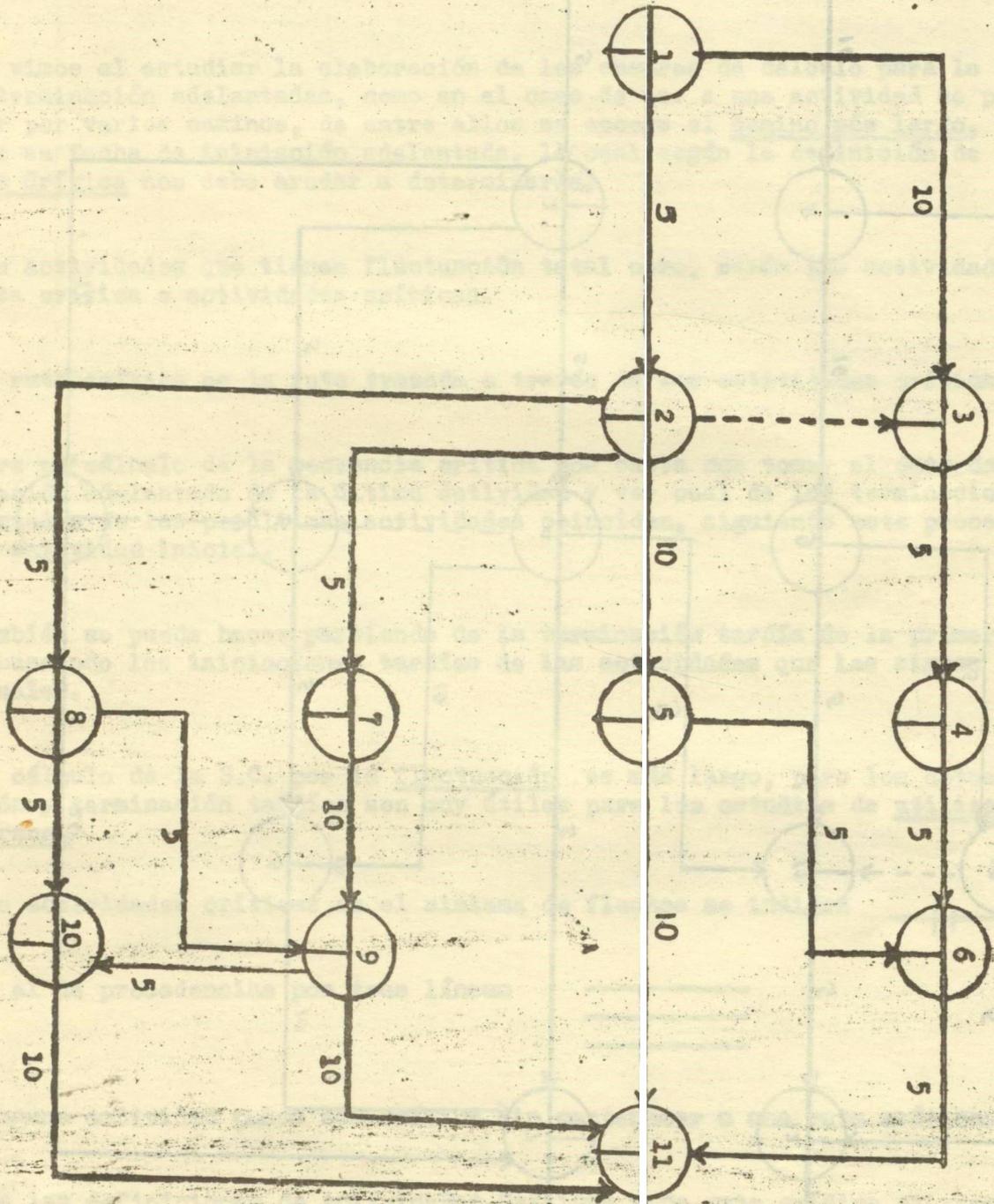
EJERCICIO No. 2 :

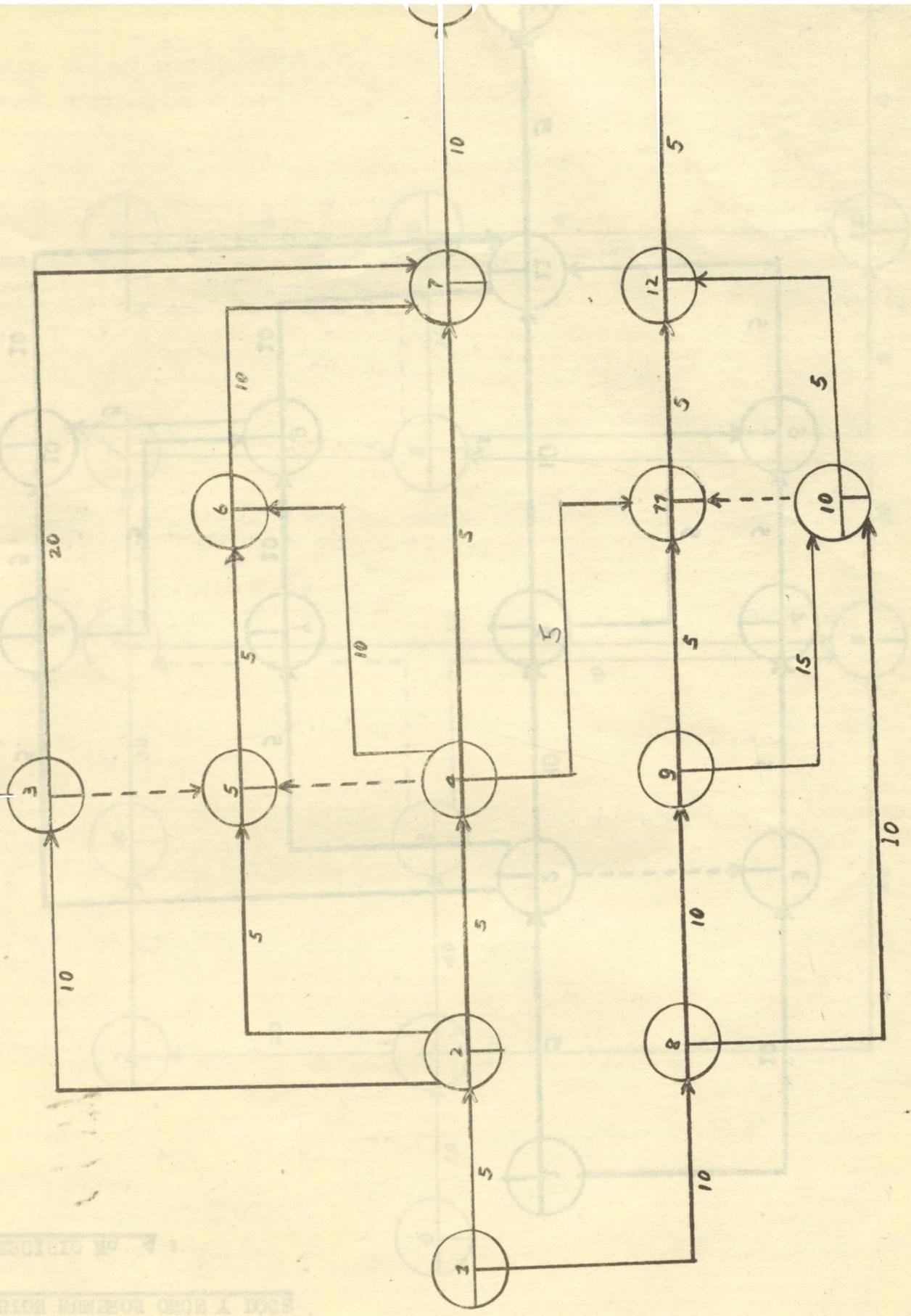




SESION NUMEROS ONCE Y DOCE

EJERCICIO No 4 :





SECUENCIA CRITICA O TRAYECTORIA CRITICA :

La S.C. está dada por el camino más largo entre la actividad inicial de un proyecto y la actividad final del mismo.

Ya vimos al estudiar la elaboración de los cuadros de cálculo para la iniciación y terminación adelantadas, como en el caso de que a una actividad se pueda llegar por varios caminos, de entre ellos se escoge el camino más largo, para calcular su fecha de iniciación adelantada, lo cual según la definición de la Secuencia Crítica nos debe ayudar a determinarla.

Las actividades que tienen fluctuación total cero, serán las actividades de la ruta crítica o actividades críticas.

La ruta crítica es la ruta trazada a través de las actividades críticas.

Para el cálculo de la secuencia crítica nos basta con tomar el dato de la iniciación adelantada de la última actividad y ver cual de las terminaciones adelantadas de las penúltimas actividades coinciden, siguiendo este proceso hasta la actividad inicial.

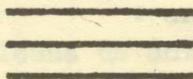
También se puede hacer partiendo de la terminación tardía de la primera actividad y buscando las iniciaciones tardías de las actividades que las siguen que sean iguales.

El cálculo de la S.C. por la fluctuación es más largo, pero los datos de iniciación y terminación tardías son muy útiles para los estudios de utilización de recursos.

Las actividades críticas en el sistema de flechas se indican



En el de precedencias por tres líneas



Ninguna actividad puede ser crítica sin pertenecer a una ruta crítica.

Con las definiciones de Actividades Críticas y de ruta crítica ciertos hechos son evidentes de inmediato.

La duración del proyecto, es igual a la suma de las duraciones a lo largo de la ruta crítica, desde su iniciación hasta su terminación; esto es una ruta crítica, es la "cadena más larga" desde el principio hasta el fin.

2. Un Atraso en la iniciación o terminación de una actividad crítica, retrasa la terminación del proyecto en una cantidad igual.
3. Si se aplican más recursos para reducir la duración de un proyecto deben seleccionarse actividades que sean críticas.
4. Deben darse prioridad de recursos a las actividades críticas.
5. Podemos analizar quien responde o de quien depende la entrega del proyecto.
6. Ver que se cumplan las actividades con los adelantos y las demoras.
7. Para la Administración le permite requerimientos de mano de obra.

Materiales (pedidos y almac).

Equipos (tiempo, necesidad, tipo y calidad).

Recursos financieros y su utilización basados en tiempos de ejecución y de terminación.

Fecha de sub-contratistas.

Costo por adelantado o atraso de una operación.

Ya tenemos la malla y la ruta crítica; ahora vamos a ver como empleamos estos elementos en la realización de un plan óptimo. La manera de hacerlo es concentrarnos sobre las actividades críticas.

Debemos hacer tres preguntas :

1. Se ha hecho una estimación correcta del tiempo ?

Hemos incluido un factor de contingencia en la estimación ?

Si es así debemos eliminarlo.

2. Debemos terminar todas las partes de una actividad crítica antes de iniciar la siguiente actividad crítica ?
3. Existe alguna alternativa que pudiera acelerar las operaciones, - eliminando las restricciones innecesarias ?

Las respuestas a estas preguntas nos pueden llevar a resultados asombrosos. Es importante dudar

Estimativo de tiempos : (PERT - TIME)

Una vez determinadas las actividades a desarrollar la misma persona que lo hace debe prever los estimativos de tiempo para su desarrollo total.

En el sistema PERT estos son :

1. Tiempo optimista : (a) es el tiempo requerido para una actividad si no hay problemas. Como regla general corresponde al 1% de probabilidad de que una actividad tome menos tiempo del optimista.
2. Tiempo más probable : (m) Es el tiempo requerido para ejecutar una actividad, si interrupciones y problemas normales se presentan.
3. Tiempo pesimista : (b) Es el requerido para ejecutar una actividad si se presentan problemas imprevistos. Como norma general corresponde al 1% de que las actividades tomen más tiempo que el pesimista.

Se acostumbra indicarlo en la flecha de actividad, tal como lo indica la figura No. 1

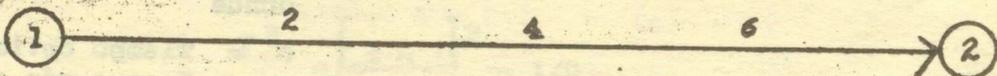


FIGURA No. 1

Los estimativos se hacen en las unidades de tiempo más apropiadas, según el grado de control que se desee.

Los tres estimativos de tiempo son reducidos por medio de principios estadísticos a un solo estimativo llamado tiempo esperado ($t.e.$) y una varianza (σ^2) y una desviación estandar (σ), que son los datos con los cuales se trabaja la red.

Analizando los tres tiempos estimados, es claro que el pesimista y el optimista ocurren con menor frecuencia y que el tiempo más probable ocurre más a menudo. - Entonces se asume que el tiempo (m) representa el valor modal de una distribución de probabilidades, no obstante este puede moverse entre los dos extremos. - Estas características se describen por medio de la distribución Beta, la cual se muestra en dos formas diferentes en la figura No. 2 y 3.

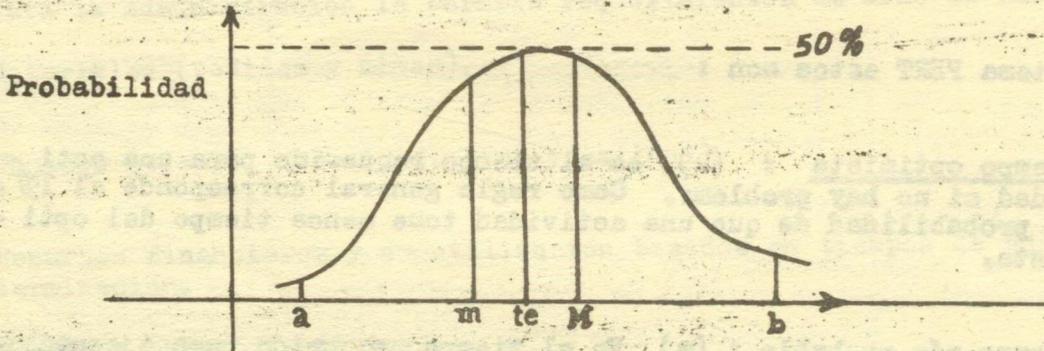


FIGURA No. 2

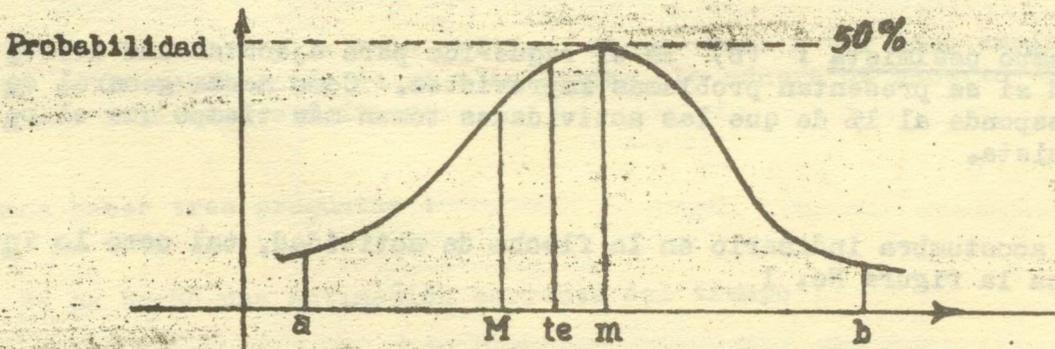


FIGURA No. 3

donde

- a = Tiempo optimista
- m = Tiempo más probable
- b = Tiempo pesimista
- M = rango medio = $\frac{a+b}{2}$

te = Tiempo esperado.

El resultado del análisis de las características de la distribución Beta se encuentran las siguientes aproximaciones al tiempo esperado (t_e), varianzas (σ^2) y desviación estandar (σ):

$$t_e = 1/3 (2m + M) = \frac{a + 4m + b}{6}$$

$$\sigma^2 = \frac{(b - a)^2}{6}$$

$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

El tiempo (t_e) divide la curva en dos porciones iguales u representa el punto de probabilidad 50%.

Ejemplo :

Calcular t_e , σ^2 para cada una de las actividades de la red de la Figura No. 4

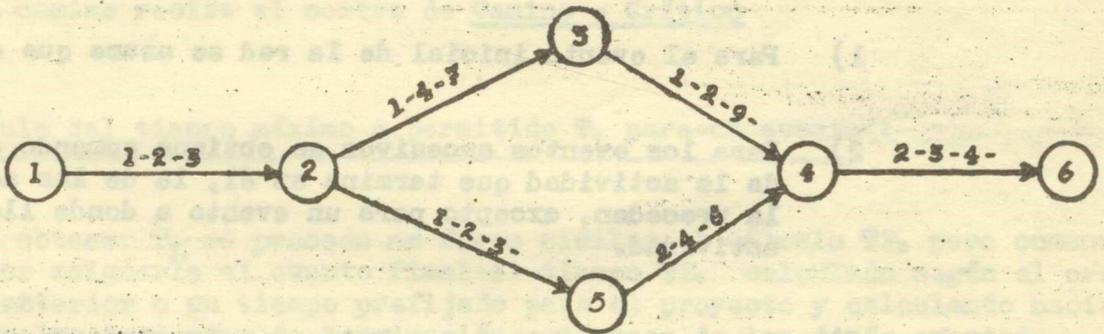


FIGURA No. 4

Para la actividad 1-2 tendremos :

$$t_e = \frac{1 + 4 \times 2 + 3}{6} = 2$$

$$\sigma^2 = \left[\frac{3 - 1}{6} \right]^2 = 1/9$$

Procedimiento en forma similar obtenemos.

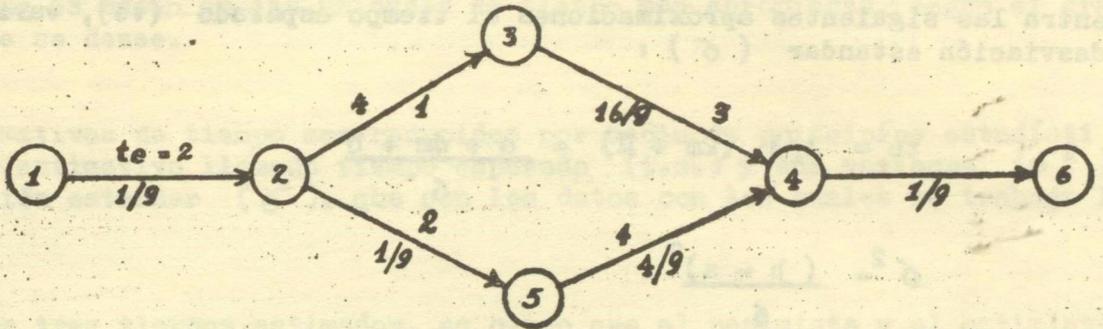


FIGURA No. 5

II. Cálculo de varianza de los eventos :

La varianza para cada uno de los eventos se calcula teniendo en cuenta - las siguientes reglas :

- 1) Para el evento inicial de la red se asume que es cero.
- 2) Para los eventos sucesivos se obtiene sumando a la varianza de la actividad que termina en él, la de las actividades que la preceden, excepto para un evento a donde llegue más de una actividad.
- 3) Para estos eventos se obtiene en la misma forma indicada en el numeral anterior, pero tomando el camino más largo.

En la figura 5 tendremos :

Para evento	1	(1) =	0	Primera regla.
" "	2	(2) =	$1/9 = 1/9$	Segunda regla.
" "	3	(3) =	$1/9 + 1 = 10/9$	" "
" "	5	(5) =	$1/9 + 1/9 = 2/9$	" "
" "	4	(4) =	$10/9 + 16/9 = 26/9$	Tercera regla.
" "	6	(6) =	$26/9 + 1/9 = 27/9$	" "

III. Cálculo del tiempo mínimo esperado TE , para un evento :

Para calcular el tiempo esperado para la obtención de un evento se suman los tiempos de las actividades que lo preceden teniendo en cuenta que si hay un evento al cual llegue más de una actividad se sigue por el camino más largo. Para el evento inicial, el tiempo será cero. Así tenemos para los diversos eventos que la red de la Figura No. 5.

$$TE. (1) = 0 \text{ No necesita tiempo para su realización.}$$

$$TE. (2) = te. 1-2 = 2$$

$$TE. (3) = te. 1-2 + te. 2-3 = 6$$

$$TE. (5) = te. 1-2 + te. 2-4 = 4$$

$$TE. (4) = te. 1-2 + te. 2-3 + te. 3-4 = TE. (3) + te. 3-4 = 9$$

$$TE. (6) = TE. (4) + te. 4-6 = 12 \text{ Ya que el camino más largo es el que une los eventos } 1-2-3-4-6$$

Este camino recibe el nombre de Camino - Crítico

IV. Cálculo del tiempo máximo o permitido T_L para un evento :

Para obtener T_L se procede en forma similar al cálculo TE , pero comenzando por asignarle al evento final el tiempo TE , calculado según el ordinal anterior o un tiempo prefijado para el proyecto y calculando hacia atrás los instantes de terminación o tiempos de los demás eventos.

Así en la figura 5, tendremos :

$$T_L (6) = TE (6) = 12$$

$$T_L (4) = TE - te. 4-6 = 9$$

$$T_L (5) = T_L (4) - te. 5-4 = 5$$

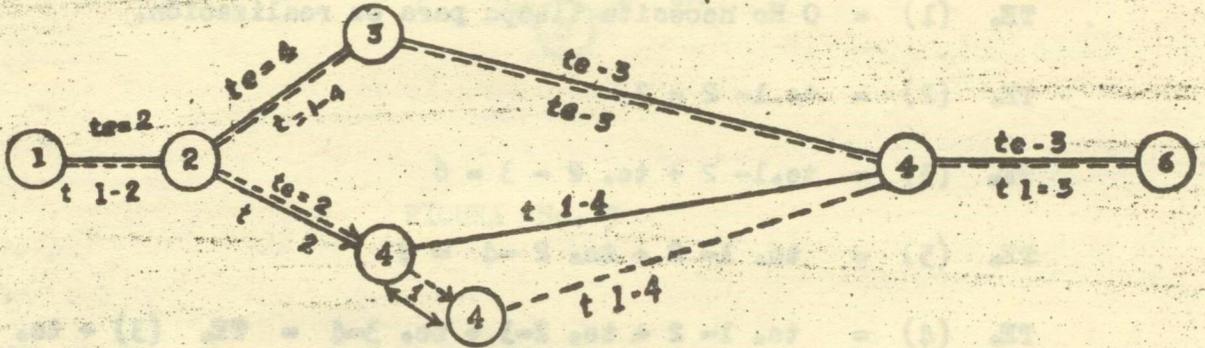
$$T_L (3) = T_L (4) - te. 3-4 = 6$$

$$T_L (2) = T_L (3) - te. 2-3 = 2$$

$$T_L (1) = 0$$

V. Tiempo sobrante :

Superponiendo las dos redes, las de tiempo mínimo y máximo, en una gráfica de tiempos, obtenemos, haciendo caso omiso de las desviaciones y tomando en cuenta solo los tiempos expresados de las actividades, la siguiente :



==== desarrollo de la red del evento inicial al final.
 : ---- desarrollo de la red del evento final al inicial.

En este gráfico se observa otro uso de las actividades virtuales, Analizando el evento 4 se observa que para su obtención hay un tiempo sobrante de 1 unidad, es decir, que ese evento se puede obtener a las cuatro o cinco unidades de tiempo, en otras palabras, la actividad que lo precede se puede demorar una unidad de tiempo adicional sin que el proyecto total se modifique en su duración.

El tiempo sobrante para un evento viene dado por :

$$S = T_L - TE.$$

VI. Camino Crítico :

Una definición matemática de camino crítico en un proyecto es aquel cuyo tiempo sobrante es mínimo.

De acuerdo a esta definición, el camino crítico puede haber algunos sub-críticos que es necesario controlar.

Es de notar que, si para el cálculo de tiempo sobrante no se toma el tiempo permitido para el proyecto, se pueden presentar tiempos sobrantes negativos los cuales hacen las actividades hiper-críticas.

Para obtener los caminos hiper-críticos, sub-críticos y críticos se siguen las siguientes reglas:

- 1) Ordenar los eventos en orden consecutivo de menor a mayor tiempo sobrante.
- 2) Agrupar estos tiempos sobrantes en orden de importancia y - si es el caso, despreciar aquellos que tienen un gran tiempo de sobra.
- 3) El primer grupo representa los eventos más críticos y los siguientes, los que le siguen en importancia.

Así en nuestro ejemplo tenemos :

Evento	T _L .	T _E .	S.
5	5	4	1
1	0	0	0
2	2	2	0
3	6	6	0
4	9	9	0
6	12	12	0

VII. Desviación Estandar Total :

La desviación estandar total de un proyecto se obtiene extrayendo la raíz cuadrada a la varianza total calculada, matemáticamente se expresa como :

$$\sigma = \sqrt{\sum c^2 n}$$

VIII. Justificación de los anteriores cálculos :

La justificación de dichos cálculos se halla en el Teorema del Límite central que afirma lo siguiente :

Sean X_1, X_2, \dots son variables aleatorias (discretos, continuos o mixtos o inclusive uno de un tipo y otros de otro) independientes o no.

Consideremos las nuevas variables aleatorias

$$T_E = te_1 + te_2 + \dots + te_n$$

$$u = \frac{T_E \cdot E(T_E)}{T_E}$$

donde : $E(T_E)$ es la media de T_E .

(T_E) es la desviación estándar de T_E .

Entonces, (con algunas restricciones que no es del caso mencionar) en el límite cuando (n) tiende a infinito (en la práctica después de 5 ó 6 variables aleatorias (u) distribución normal estándar.

Esto implica que el tiempo total del proyecto sea igual a la suma de los tiempos de las diferentes actividades, siguiendo el camino crítico y que la varianza total sea igual a la de la suma de las varianzas de las diversas actividades que componen el camino crítico. En forma matemática:

$$T_E = \sum te_n$$

$$\sigma^2 T_E = \sum \sigma^2 (te_n)$$

$$T_E = \sqrt{\sum \sigma^2 (te_n)}$$

Estos conocimientos no son necesarios para entender y usar el PERT. Basta con conocer los resultados y saberlos aplicar.

IX. Cálculo del riesgo :

El análisis de la red permite calcular el nivel de riesgo que se corre al establecer un programa de trabajo.

Este riesgo se mide o se define en términos de probabilidad.

Se recuerda que probabilidad es el grado de posibilidad de que se presente un acontecimiento y se expresa por un número entre 0 y 1 en forma porcentual. La probabilidad 0 indica la imposibilidad de que se presente un acontecimiento y 1 la certeza de que si se presenta. Entre más cerca este de 1 hay mayor posibilidad de que se presente un acontecimiento.

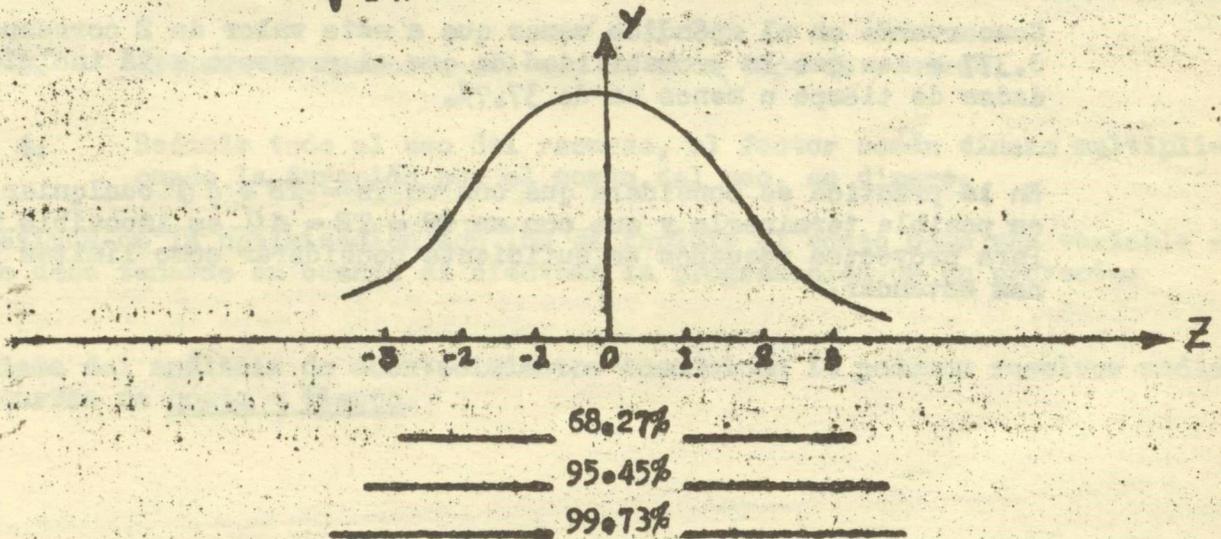
En el caso de la red PERT para medir el riesgo, se utiliza las características de la distribución normal estandar que como ya vimos es la que, aproximadamente, corresponde al tiempo de terminación del proyecto.

Recordando que el área bajo la curva normal es 1 y que utilizando algunos teoremas de probabilidades normalizamos la variable aleatoria TS — (tiempo suministrado para la terminación del proyecto).

$$Z = \frac{TS - TE}{\sigma}$$

Con este tiempo normalizado podemos hallar el riesgo del proyecto, calculando el área bajo la curva de distribución estandar, la cual representa la probabilidad de que el evento ocurra.

$$Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-1/2 Z^2}$$



No es necesario hacer el cálculo del área puesto que ésta ya viene tabulada.

Como ejemplo del uso de estas tablas consideraremos el riesgo que se corre al darle al proyecto del ejemplo de la figura 5 un tiempo para su terminación de 14 unidades.

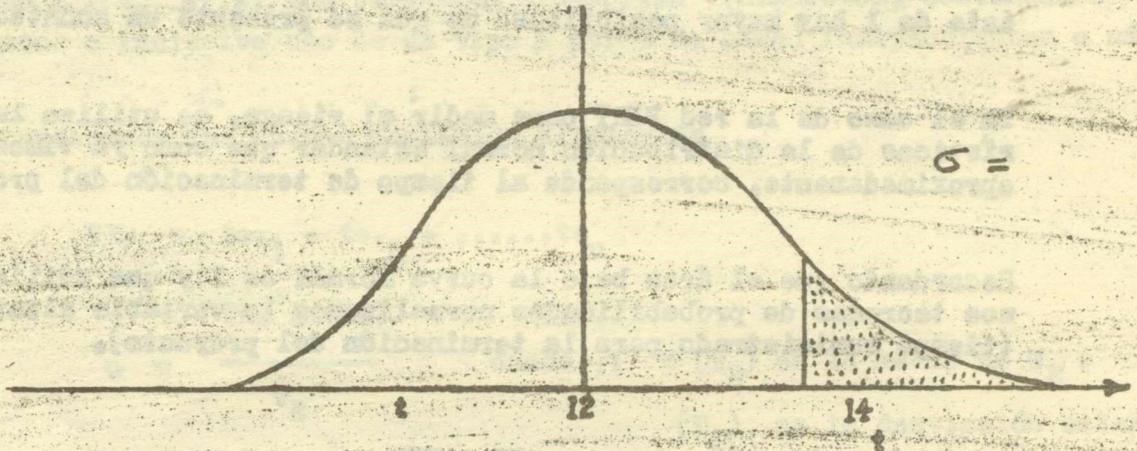


FIGURA No. 6

$$\text{Calculamos } Z = \frac{T_s - T_E}{\sigma} = \frac{14 - 12}{1.73} = 1.16$$

El resultado significa que el tiempo T_s es de 1.16 desviaciones estandar, mayor que el T_E .

Conservando en el apéndice vemos que a este valor de Z corresponde a $PR = 0.377$ e sea que la probabilidad de que el proyecto esté incluido en 14 unidades de tiempo o menos es de 37.7%.

En la práctica se considera que con un $T_s = T_E + 4\sigma$ cualquier proyecto es posible terminarlo y que con un $T_s = T_E - 4\sigma$ es imposible realizarlo. Para proyectos pequeños es suficiente considerar como límites 3 desviaciones estandar.

PERT / COST

Estimación de la Duración y el costo de las actividades :

Optimización Económica :

La aproximación de nuestras estimaciones de la duración de las actividades y de las necesidades de recursos son supremamente importantes .

A primera vista parece que, a menos que las estimaciones sean exactas, lo que - produciríamos no será útil. Esto es falso.

Sin embargo si tenemos un buen método para manejar estimaciones produciríamos un buen resultado aún con datos poco precisos.

Estimaciones :

Los pasos para las estimaciones son :

1. Elegir en un método de ejecución determinado qué tipo de recurso se va a usar : Hombre o máquina.?
2. Considerar los recursos disponibles. Tenemos los hombres o las - máquinas.?
3. Estimar la duración del uso de cada tipo de recurso.
4. Reducir todo el uso del recurso, al factor común dinero multiplicando la duración por el costo del uso, en dinero.

Los objetivos de la optimización son los de incluir el costo como una variable - más, que debe tenerse en cuenta al efectuar la programación de un proyecto.

El problema del análisis de acontecimientos económicos lo podemos resolver mediante las curvas de costo - tiempo.

DATOS Y CURVAS COSTO - TIEMPO :

Los datos costo-tiempo son una información detallada del costo y tiempo de las actividades obtenidas de presupuesto para cada una de las actividades que intervienen en el Proyecto.

Estos datos deberán presentarse en forma tal que muestren el costo directo y - tiempos requeridos.

Estos datos son básicos para determinar el costo y duración óptimos del proyecto.

Mediante estos datos podremos obtener la solución de costo mínimo y la solución de duración mínima

La solución de costo mínimo se denomina solución normal y nos dará el tiempo necesario para determinar un proyecto con el menor costo directo posible.

La solución de duración mínima se refiere al plan necesario para terminar un proyecto en el tiempo más corto posible y al menor costo para ese tiempo de - determinación.

Para reducir el tiempo de un proyecto es necesario acelerar actividades hasta cierto límite que se denomina "Falla".

Cuando todas las actividades se encuentran en duración de Falla el resultado recibe el nombre de solución de Falla Total. Esto nunca será económico.

Para obtener los datos de costo-tiempo; partiendo de un presupuesto es necesario obtener las curvas de costo-tiempo directo. También denominadas curvas de datos de utilidad.

Con los datos de tiempo-costo podemos construir una red y buscar el camino crítico para la solución normal.

Pendientes de Costos :

Es la pendiente unitaria de aumento de los costos por unidad de disminución de - tiempo. La pendiente de costo se encuentra determinando la relación entre el - incremento del costo límite y la disminución del tiempo de la actividad.

$$\text{Pendiente de costo} = \frac{\text{Costo límite} - \text{Costo normal}}{\text{Tiempo normal} - \text{Tiempo límite}}$$

= 3 aceleración día.

Las actividades que deban ser aceleradas deben cumplir los siguientes requisitos :

1. Ser críticas para que la aceleración provoque una disminución de duración de tiempo.
2. Deben tener la posibilidad de acelerarse sin exceder los plazos - límites estimados previamente.
3. El costo por unidad de tiempo de acortamiento debe ser el de costo mínimo disponible en el ciclo.

Una vez identificadas la o las actividades que deben acortarse en un ciclo dado, es necesario decidir en cuanto se pueda acortar para lo cual existen dos condiciones.

1. La magnitud de acortamiento posible lo cual se puede ver en el cuadro de cálculo.
2. La segunda depende del límite de interacción o sea los días en que se puede acortar una actividad antes de que produzca cambios en la malla, que aparezcan nuevas críticas o que las desaparezcan las críticas.

Luego se elabora un cuadro resumen de los ajustes del programa.

Este cuadro resumen, se denomina cuadro actualizado de los datos, en el cual encontramos las actividades ordenadas de acuerdo con el orden creciente de su costo de acortamiento

El proceso de acortamiento llegará a su fin cuando exista una cadena crítica en la cual todas las actividades han sido acortadas a sus tiempos mínimos.

En la práctica, usualmente no es necesario llevar este proceso hasta el mínimo, ya que lo que a nosotros nos interesa es encontrar la forma más económica de terminar el proyecto en un número fijo de días, que por lo general no es el tiempo mínimo del proyecto.

En la práctica sólo de un 15% a un 20% de las actividades del proyecto son críticas así que solo tendremos que encontrar los datos de costo-tiempo para un grupo pequeño de actividades.

La curva costo directo- duración se encuentra por medio de un proceso de compresión y relajación que se aplica primero a las actividades críticas.

El sistema para lograr la aproximación de tiempo directo puede ser :

1. Determine el punto donde todas las actividades estén en los tiempos y costos normales.
2. Comprima la actividad de menos pendiente sobre la ruta crítica sin hacer ninguna otra crítica.
3. Agregue costos resultantes de las compresiones.
4. Determine la duración del proyecto con todas las actividades comprimidas y su costo.
5. Relaje aquellas actividades que hayan sido comprimidas hasta su punto normal.
6. Recalcule los costos y repita el paso anterior, tratando de no relajar las actividades que más costos le rebajan.

Para la curva exacta del costo - directo se debe utilizar computadora, sin embargo cuando se tiene en cuenta la precisión total de los datos manejados, la técnica aquí señalada dará un resultado que es igualmente bueno.

Aplicando el análisis costo - tiempo se obtendrán reducciones importantes en la inversión total del proyecto.

Informes Part/ Costo :

Determinadas las curvas de costo - tiempo podremos hacer informes que necesariamente serán la base de las decisiones.

Estos informes deben estar dirigidos a los tres niveles :

Directivos
Técnicos
Supervisores.

Es importante que cada empresa determine sus propias necesidades de información.

Existen cinco clase de informes que son particularmente importantes :

- a) Un informe resumen que se dirige a un particular nivel de dirección o responsabilidad ejecutiva.
- b) Un informe de mano de obra que es la presentación de las necesidades y de la carga de mano de obra. Cuadro por actividades.
- c) Información de puntos claves, que muestra un cuadro total de las actividades en términos de cumplimiento de las actividades y del programa.
- d) Informes de previsión que desarrollan la línea de tendencia del tiempo, en un caso y del costo en otro.
- e) Informe del costo de trabajo que es una presentación de los gastos actuales y de los compromisos hasta la fecha frente a los gastos presupuestados en forma de gráfico.

Sería incorrecto suponer que estos informes constituyen la información total de un proyecto o la única manera de estructurar un sistema.

Sin embargo, son una aproximación hacia una estructura de información que puede ayudar a facilitar los datos que se necesitan en los momentos adecuados para asegurar y precisar la toma de decisiones.

Programas a Escala de Tiempo :

Los diagramas de flechas a escala de tiempo se llaman mapas de un proyecto.

Son de gran utilidad ya que nos sirven para reportar avances sin emplear computadores electrónicos.

Cuando un diagrama de flechas convencional se redibuja como mapa de proyecto se ganan ventajas que permiten asimilar con mayor facilidad el proyecto en conjunto.

El mapa del proyecto nos mostrará las relaciones de secuencia y tiempo de las diversas actividades con respecto a una base de calendario.

Sugerencias para Dibujar Mapas de Proyectos :

10. Requisitos Preliminares :
 - A - Determine el Diagrama de Barras
 - B - Calcule tiempos de los eventos.
 - C - Determine Ruta Crítica.
 - D - Refine la estimación del tiempo y lógica y elimine las restricciones innecesarias, a fin de producir planes óptimos.
 - E - Dibuje mapa de proyecto.

20. Reglas para Dibujar Mapas :
 - 1- Dibuje una cara con suficientes líneas verticales para contener la duración del proyecto.

Cada espacio representará una unidad de tiempo previamente determinada.
 - 2- A lo largo del centro de la hoja trace la ruta crítica como una línea recta dividida en varios segmentos.
 - 3- Trace las actividades no críticas señalando su duración con línea llena y marcar las verticales para evitar confusiones.
 - 4- Toda flecha punteada significa margen libre.

Asignación y Programación de Recursos. Introducción al M.A.P.

Se han establecido varios sistemas para obtener un Programa.

10. Todas las actividades pueden iniciarse tan pronto como sea posible y los recursos se ponen a disposición. Sin embargo, esta práctica puede ser ruinosa.

- 2o. Otro enfoque es establecer algún límite de recursos arbitrario y a continuación trabajar de acuerdo con el Programa. Si el límite es demasiado bajo la duración del proyecto puede ser mayor que la necesaria, si el límite es demasiado alto puede resultar un desperdicio.

Ninguna solución es adecuada aunque ambas ignoran la nivelación

Los recursos deben usarse de acuerdo a las necesidades, pero deben usarse de manera tal que los costos se minimicen.

EL M.A.P. está diseñado para producir un Programa nivelado por tipo o subtipo de recurso en cada proyecto y para todos los que se ejecuten al mismo tiempo.

La nivelación puede considerarse bajo tres categorías separadas :

Variable, Fija y Combinada.

Esta toma de decisiones se ve ayudada con el empleo del M.A.P. (Method Allocation Program).

La utilización del M.A.P. nos da automáticamente la resolución sobre la mejor utilización de un número limitado de recursos.

El método del M.A.P. pone especial énfasis en la nivelación de los recursos.

Esta nivelación tiene una importancia especial en cualquier industria, ya que los beneficios dependen en gran parte de la aplicación racional de los recursos comunes (mano de obra, materiales, campos, dinero), en varias actividades simultáneas.

La ventaja sobresaliente de este método consiste en la reducción de horas extras y disminución de costos.

CONTROL :

Hemos estudiado la forma de elaborar un proyecto y su diagrama de flechas y de precedencias, los métodos para el cálculo del tiempo, la forma de determinar la secuencia crítica, los cálculos del costo y las fluctuaciones.

Necesitamos ahora estudiar cuales son los sistemas más convenientes para controlar la programación previamente en la obra.

Debemos determinar con rapidez y facilidad, los cambios que ocurren, para así estar en condiciones de poder aplicar las medidas correctivas para que no se altere fundamentalmente la programación.

El control, análisis (evaluación) y reajustes son inherentes al método de ruta crítica, ellos constituyen su parte orgánica y caracterizan su dinamismo.

La eficacia de un sistema de control se mide por la rapidez de detección y de corrección de las anomalías.

El análisis consiste en una evaluación del programa original a la luz de condiciones prevalecientes durante la ejecución del Proyecto.

El análisis puede efectuarse del modo siguiente :

1. Analizar cada sistema componente dentro de un sub-sistema independiente . (De lo general a lo particular).
2. Analizar cada sub-sistema y calcular todos los resultados.
3. Analizar el proyecto completo y calcular todos los resultados en base al sistema entero.

Completado el análisis la dirección puede :

1. Efectuar los reajustes de plazos y de especificaciones y también la redistribución de recursos.
2. Verificar el efecto de diferentes decisiones con ayuda del computador. (Simulaciones).

Transmisión a la obra :

Como en general al personal de la obra ha estado utilizando el Diagrama de Barras, es por lo que hemos convertido los Diagramas de Flechas, e mapas de proyecto y luego a un sistema de Diagrama de Barras mejorado.

Al Diagrama de Barras le hemos introducido algunas variaciones que además de servirnos como elementos de comunicación nos servirán como elementos de control y nos facilitan el estudio sobre distribución de recursos.

Con los datos de iniciación y terminación adelantada y tardía de cada actividad, así como con los datos de fluctuaciones debemos elaborar un diagrama de barras.

Las barras correspondientes a cada actividad pueden dividirse en tres partes :

La Barra Llena la actividad programada para ser iniciada en su comienzo adelantado; la Barra Blanco nos muestra la fluctuación libre y la Barra Rayada nos muestra la fluctuación de interferencia.

Hay actividades en las cuales tendremos solo la Barra Llena lo cual nos indica que son actividades críticas ya que su fluctuación es cero.

La suma de Blanco más Rayado es igual a la Fluctuación Total.

La flecha sobre la barra nos indica la iniciación tardía, fecha muy importante ya que si sobrepasamos esa fecha alargaremos el proyecto.

En el Diagrama de Barras podemos identificar las actividades críticas y la secuencia crítica por actividades o barras llenas.

Se acostumbra unir las actividades por una línea para facilitar la identificación de la cadena crítica.

Un Diagrama de Barras como el que hemos hablado, no es un diagrama de barras para suministrar al sub-contratista, ya que ellos, no estarán en condiciones de hacer decisiones inteligentes.

Si un Contratista sabe la fluctuación total de sus actividades hará uso de ella y dejarán como críticas las actividades siguientes a las suyas, lo cual nos complica el panorama del proyecto.

Al Sub-contratista le debemos dar :

1. Las fechas asignadas para el comienzo de sus actividades.

2. La duración estimada de las mismas.
3. La fluctuación libre de aquellas actividades que tengan.

Hecha la programación y transmitida a la obra por medio del Diagrama de Barreras podemos concentrarnos en el control que resulta de una extraordinaria importancia si pensamos que una programación por perfecto que sea, sufrirá variaciones en ejecución.

De la rapidez con que detectemos esas variaciones, evaluemos su efecto y tomemos medidas correctivas para contrarrestar su efecto, si éste es nocivo, el éxito de la secuencia crítica en la etapa de ejecución.

El control del proyecto se efectúa para obtener una doble información.

1. Información para el residente de la obra quien debe conocer el estado diario de la obra, para tomar ventaja de las ocasiones propicias para ganar tiempo y disminuir costos.
2. Información para la oficina central quienes deben estar enterados del avance de la obra en relación con el programa pues - allí es donde se resuelve el problema de financiación y avance de obra.

Si programamos una obra y no realizamos el control periódico de la misma, la red y la secuencia crítica no serían más que un testimonio obsoleto de cómo proponíamos construir la obra.

El control nos dá la oportunidad de usar la secuencia crítica como una herramienta dinámica de programación, con la cual obtendremos de ésta un máximo de beneficio.

La forma corriente de obtener la información necesaria para ejecutar el control de obra es lo que se ha llamado : "Información sobre el estado de obra".

Este informe sobre el estado de la obra puede hacerse diariamente o dentro del intervalo de tiempo que se juzgue conveniente.

SUB- REDES :

Quando se comienza el estudio de un proyecto en el cual se van a utilizar las -

técnicas de secuencia crítica, a menudo el primer interrogante que se presenta es el relativo al grado de detalle que es necesario incluir.

Muchos de los Proyectos en los cuales se emplea secuencia crítica son Proyectos largos de varios años y que se incluyen fases muy definidas.

Cuando se empezó a utilizar la secuencia crítica, la mayoría de las redes que se construyeron incluían las actividades de todo el proyecto en detalle suficiente para ser usadas en la obra, esta práctica condujo a redes de grandes dimensiones.

Poco a poco se han venido viendo que tales redes no son prácticas por su tamaño, ya que son consultadas, pocas veces y además planear un detalle de operación es que van a ser realizadas mucho tiempo después es improductivo.

Esta preocupación a dado lugar a que hayan dedicado muchos esfuerzos investigativos a soluciones de este problema.

Hasta ahora se han establecido varios sistemas que permiten hacer análisis detallados de una parte del proyecto y al estudio de estos sistemas se les denominan "Sub-redes".

El uso de sub-redes se ha venido popularizando y hoy en la mayoría de los proyectos se experimenta con sub-redes en una u otra forma.

En algunos casos se acostumbra hacer una Red general que permite a la administración enterarse del proceso a seguir, de las necesidades de los períodos críticos y del progreso de la obra.

En estos casos también se elabora una Red detallada del proyecto, para ser usada por el personal de la obra la cual incluye detalles del proceso que no son importantes para la Administración.

Se trata de mantener redes que se adapten cada una a los fines para los cuales se usa.

Otro problema de los que se han tratado de solucionar con las sub-redes, es el gran esfuerzo y dinero que se desperdiciaba al tratar de mantener una red general actualizada, bien sea por computador (\$) o manual (tiempo).

Una de las ventajas de las sub-redes es que por medio de ellas podemos programar, actualizar y replanear los trabajos en forma rápida y efectiva, pues estamos estudiando en detalle y cuidadosamente un segmento del Proyecto, concentrando todos nuestros esfuerzos en él. El caso más sencillo de una sub-red es aquel en que ésta se conecta con la red general por medio de solo dos líneas de unión, una inicial y otra final.

Sin embargo, no es muy frecuente encontrar dentro de una red general un grupo de actividades que cumpla con estos requisitos y que sean útiles.

Es más común y normalmente más útil tomar una o varias actividades de la red general y hacer sub-redes.

Esto es especialmente aconsejable con las actividades críticas pues al detallar su estudio nos puede conducir a encontrar maneras de agilizar su desarrollo o -
PREVER PROBLEMAS.

El estudio de sub-redes es muy importante para los sub-contratistas.

El uso de este tipo de sub-redes tiene dos consecuencias importantes :

1. El trabajo se estudia en detalle aisladamente y puede darsele -- por ello más atención.
2. La red general queda libre de pequeños detalles y puede servir -- mejor sus propósitos de ser un arma para el planeamiento general.

SISTEMAS PARA SUB - REDES :

1. Sub-redes con uniones intermedias - Programa computadora para -- dividir sub-redes importantes.
2. Sub-redes división por tiempo.

Este sistema se basa en dividir la red en actividades que va a ser ejecutadas en un futuro cercano, y actividades que van a ser desarrolladas en un futuro lejano.

Las primeras serán replaneadas y actualizadas con frecuencia sin que esto resulte un trabajo excesivo.

Para que este sistema funcione se necesita que al trabajar con él, se cumplan los siguientes requisitos :

1. Que cualquier cambio en la sub-red se refleje correctamente en la Red General.
2. Que las actividades críticas de la sub-red sean conocidas en este momento.

Partiendo de la red general, el proceso a seguir es el siguiente :

1. Dividir la red en tres partes (la primera parte debe cubrir un período significativo de tiempo, la segunda el doble que la primera y la tercera el resto del modelo).
2. A medida que el proyecto avanza iremos avanzando con la división, en sub-redes de tal manera que siempre vayamos con nuestra división un poco adelante del progreso de la obra, hasta llegar a la última sub-red.

Parece aconsejable tener tres sub-redes :

1. Actividades en las cuales se está trabajando.
2. Comprenderá un período de tiempo igual al primero.
3. Comprenderá las actividades restantes.

Ejemplo : Red dividida en meses. La primera Enero, la Segunda Febrero y Marzo y la tercera el resto del año.

EJERCICIO - EVALUACION DE PROGRAMACION

Partiendo de una matriz de secuencias y una matriz de tiempos y costos, determinar :

- a) La red de actividades.
- b) La ruta crítica y las fronteras de las actividades.

c) El costo óptimo del proyecto.

Suceden

Datos :

Preceden	1.2	1.3	2.3	2.4	3.4
1.2			X	X	
1.3					X
2.3					X
2.4					
3.4					

Actividad	Tiempo Normal	Tiempo Límite	Costo Normal	Costo Límite
1.2	10	7	\$ 400	\$ 640
1.3	19	11	600	1.160
2.3	10	8	500	600
2.4	19	15	700	1.000
3.4	10	4	300	810
			<u>\$ 2.500</u>	<u>\$ 4.210</u>

Costos Indirectos :

a) Gastos generales : \$ 50.00 / día

b) Pérdida de utilidades : \$ 100.00/ día hasta el día número 25 inclusive, \$ 150.00/ día del día número 26 en adelante.

TES 6
202)

Capitán de Corbeta
RAFAEL OSPINA TOVAR
Alumno CEM/88

EL DESARROLLO DEL SUBMARINO
DE GUERRA

Capitán de Corbeta
RAFAEL OSPINA TOVAR
Alumno C E M/ 88

EL DESARROLLO DEL SUBMARINO DE GUERRA

Capitán de Corbeta
RAFAEL OSPINA TOVAR
Alumno CEM/88

INTRODUCCION

Las Fuerzas Militares de Colombia, en la última década han visto como el submarino se ha convertido en una arma disuasiva y extremadamente peligrosa. Lo que antes era un mito hoy es una realidad. Sin embargo, todavía el submarino es considerado como algo enigmático y casi inalcanzable; su sólo nombre infunde ~~TEMOR~~ y nos remonta a la exploración de los mares que, junto con "Julio Verne", hicimos en su famoso libro "Veinte mil leguas de viaje submarino". Esos recuerdos, invocan en nosotros deseos de llegar a lo desconocido.

El objetivo ~~al realizar este trabajo~~ es proporcionar un breve conocimiento sobre cómo se ha desarrollado el submarino y especialmente ^{sobre} su empleo para la guerra.

Para ~~lograr~~ esta finalidad, se siguió como norma general el ^{estilo} método de divulgación científica; ^{así,} sin ser un estudio específico, es un trabajo fundamentado en otros autores; haciendo énfasis en la investigación bibliográfica, consultando una serie de fuentes ~~confiables~~, confiables, tales como: libros sobre construcción, historia, comportamientos y desarrollo del submarino, revistas técnicas navales y algunos comentarios de personas conocedoras del tema. (• seguido)

El análisis bibliográfico se basó en la correcta evaluación de las fuentes; las preguntas que más nos interesan ^{son} son: ¿hacia donde va el desarrollo del submarino, cuál será su futuro? Pretendo separar la ficción de la realidad y dar a conocer exactamente cómo ha sido su desarrollo del

submarino

hasta nuestros días y qué esperamos de él en un futuro próximo.

1. DESARROLLO HASTA EL FINAL DE LA PRIMERA GUERRA MUNDIAL.

Se remonta hasta la antigüedad el deseo del hombre de construir una máquina para penetrar en el fondo del mar, pero las experiencias hechas para navegar en inmersión no lograron el éxito esperado. Fueron muchos los diseñadores y constructores de submarinos, pero el primero en dominar la técnica de sumergir un aparato a unos pocos metros de la superficie del agua, fué el Inventor Wilhen Bauer, quien lo realizó por primera vez en un sumergible llamado "Brand Taucher" en 1850, en la ciudad de Kiel (Alemania). Bauer tuvo pleno éxito en la construcción del sumergible en San Petersburgo (Leningrado) en 1855; le siguió el español Narciso Monturiol con el submarino llamado "Ictneo", el cual efectuó 54 inmersiones con bastante éxito. Estos submarinos no contaban con propulsión propia, lo cual llevó a los diseñadores a probar todo tipo de máquinas, empleándolas en darle movimiento al nuevo invento; pero tan sólo cuando se pudo contar con una máquina que no dependiera del aire exterior, fué posible construir verdaderos sumergibles los cuales eran propulsados por motores eléctricos que a su vez, eran alimentados por acumuladores de energía. Lógicamente su radio de acción dependía esencialmente de la capacidad y tamaño de los acumuladores; éstos se recargaban en las bases o en puntos de apoyo móvil en el mar, desde buques auxiliares, lo cual indica que eran apropiados sólo para navegaciones cortas y su éxito lo obtenían estando en inmersión.

Punto apa

En 1887, el español I. Peral construyó el primer submarino dotado de acumulares.

En 1888, le siguió el Francés Zéde, con la construcción

de un buque semejante.

En 1902^x fué construído en Alemania el primer submarino de este tipo " El Forelle", el cual fué vendido a Rusia en 1904.

La siguiente etapa en el desarrollo de los submarinos fué la aparición del conjunto: Motor Diesel, Generadores y Baterías. Con ~~lo cual~~^{ello} se logró cargar ~~las baterías~~ estando el submarino en ^{LA} su superficie y propulsar^{lo} con el motor eléctrico cuando se encontraba en inmersión; esto aumentó considerablemente su autonomía y en los aspectos de la guerra obtuvo resonantes triunfos, es decir, el submarino se volvió un arma polifacética. Esto llevó a los constructores a mejorar el diseño y ^odar una forma más hidrodinámica a sus modelos así como a diseñar submarinos de doble casco con lo cual se obtenían mejores condiciones. ~~_____~~; A este tipo de sumergible se le denominó "Autónomo" ^o junto con ~~los~~ nuevos diseños de submarinos apareció el "Torpedo" el cual se vino a constituir en su principal arma. A comienzos de la primera guerra mundial, todas las armadas contaban con un buen número de submarinos autónomos armados con torpedos. Punto apo

En 1899, se construyó el submarino Narval Francés, prototipo del submarino de dos cascos.

En 1900, se entregó el submarino norteamericano "Holland"

En 1904, Alemania construyó su submarino U-1 de doble casco.

En el transcurso de la primera guerra mundial, se vió la efectividad del submarino en operaciones lejanas y actuando solo;

hacia las grandes travesías en superficie y sumergiéndose cuando avisaba al enemigo, al cual, en consideración a que los torpedos recorrían poca distancia, debían atacarlos en igual forma; estos ataques, los hacía en inmersión si eran diurnos y en superficie si eran nocturnos. Amparado en la noche podía acercarse, haciendo un buen empleo del periscopio y de su pequeña silueta, debido a su gran ventaja para sumergirse, podía entrar en zonas marítimas dominadas por el enemigo, atacar con torpedos todo blanco remunerativo y evadirse de los ataques enemigos también en inmersión.

Esta época fué también apropiada para que el submarino ~~se~~ pudiera ser portador de otras armas tales como las minas, ~~que~~ ^{que} podía sembrar ocultamente en posiciones inalcanzables para los buques en superficie; también fué dotado de artillería, la cual ^{bs} ~~se~~ ^{FUE EMPLEADA} en atacar "las líneas de comunicación marítimas" y objetivos en tierra con máxima eficiencia. Algunas veces sirvió ~~el submarino~~ como explorador, actuando con unidades de la flota de superficie, ~~y~~ como elemento bélico de un país de fuerza naval débil, se constituyó en una arma extremadamente útil y peligrosa.

En cuanto al empleo en el combate, el hecho de no contar con un aparato de ondas acústicas, ~~lo convertía~~ ^{lo convertía} al estar a mayor profundidad de la del periscopio, en un elemento mudo y ciego, ~~limitándolo~~ ^{limitándolo} a efectuar sus ataques en superficie, ~~empleando~~ ^{por medio del empleo de} los torpedos contra buques de guerra y la artillería contra los buques mercantes. Otro ^{aspecto} ~~concepto~~ importante ~~en el empleo~~ ^{de} era la velocidad, la cual, estando en inmersión se reducía por la resistencia hidrodinámica que ofrecía su casco, motivo por el cual los ataques en superficie eran sus preferidos. Sin embargo, se comenzó a desarrollar la práctica de los ataques por periscopio, técnicas que actualmente son válidas y muy eficientes. Durante la primera guerra mundial, el tiempo ~~de~~ ^{para} estar navegando ~~en~~ ^{de la} condición de superficie a la condición de inmersión, fué ~~acortado~~ ^{acortado} notablemente ~~aportado~~.

Alemania se ~~constituyó~~ ^{convirtió} en la rectora de la construcción de submarinos, construyendo tres series de doble casco. El armamento principal lo constituyeron las minas y los torpedos. Asimismo, fué importante la artillería en los submarinos medianos para la guerra contra la Flota Mercante; en los submarinos de crucero construidos especialmente para la guerra contra las comunicaciones marítimas alejadas, fué preferida la artillería sobre el armamento de los torpedos, pero ^{solo} ~~fué~~ al finalizar la primera guerra mundial, ~~que~~ el submarino con propulsión diesel-eléctrica alcanzó un completo desarrollo.

En Inglaterra se construyó una ^{tipo} ~~clase~~ de submarinos (clase R), para emplearlos contra submarinos navegando en superficie; ^{para su época,} estos tenían ~~para la época~~ gran autonomía en inmersión y su velocidad era proporcional y comparativamente alta, dándose así inicio a lo que se llamó ~~como~~ "Submarinos" propiamente dichos.

2. DESARROLLO HASTA EL FINAL DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.

En razón a que Alemania en la primera guerra fué el país que más usó el submarino como elemento naval, se situó en el primer orden en el desarrollo del mismo, razón por la cual obtuvo mayor experiencia en la aplicación y manejo de los submarinos. Esta experiencia y desarrollo fué transmitida a las otras potencias después de finalizar el conflicto. Es de destacar el "gran submarino de crucero Alemán" que vino a dar origen al submarino de alta mar u oceánico Norteamericano y de los grandes submarinos japoneses y Rusos.

El desarrollo del submarino se vió estancado por las cláusulas restrictivas del tratado de Versalles.

- En la Conferencia Naval de Washington en 1921/22 no hubo acuerdo sobre construcción de submarinos, pero se fijaron pautas para el cálculo de su desplazamiento.

- En la Conferencia Naval de Londres en 1930 se limitó el tonelaje para Estados Unidos e Inglaterra en 150.000 toneladas y para el Japón en 105.500 toneladas; se logró una definición del submarino que decía: "un submarino es una embarcación proyectada para su empleo bajo la su perficie del mar".
- En el Acuerdo Naval Anglo-Alemán de 1935, se concedió a Alemania paridad con el tonelaje Inglés.

Entre la finalización de la primera guerra y el comienzo de la segunda, se obtuvo el siguiente desarrollo:

En el armamento, se desarrollaron torpedos de mayor tamaño con mayor capacidad de carga explosiva y sin burbujas; Alemania y Estados Unidos desarrollaron una mina lanzable con espoleta magnética. A la artillería se le adicionaron cañones ligeros antiaéreos y varios submarinos fueron dotados de un hidroavión alojado en un hangar.

Con la aparición de la soldadura eléctrica y el empleo de acero de gran resistencia, se logró que el submarino bajara a una mayor profundidad, lo cual dió un margen superior a la compresión, con la mejora en la construcción de los motores diesel, la eficacia en la maquinaria se acrecentó, la velocidad en superficie mejoró y la de inmersión se mantuvo estable.

Se desarrollaron aparatos de escucha bajo el agua, ^{lo que} ~~lo que~~ fué algo trascendental ya que con este sistema podían detectar al enemigo y atacarlo sin ser vistos.

Los medios de comunicación mejoraron, ^{así} ~~así~~ ^{así} ~~así~~ los submarinos se podían comunicar a grandes distancias. En este aspecto se

instalaron antenas de radio retráctiles, pudiendo comunicarse sin salir a superficie, ~~por lo~~ ^{que} mejoró sustancialmente el empleo táctico; con esto ~~se~~ proyectó su uso ^{a la participación} ~~participar~~ con las flotas de alta mar, pero las técnicas antisubmarinas habían experimentado ^{también} grandes adelantos con la aparición del sonar y las cargas de profundidad, que fueron muy efectivas, motivo por el cual al comienzo de la segunda guerra mundial existían dudas sobre si un submarino operando solo en zona de dominio del mar enemigo podría tener éxito; la primera parte de la guerra vino a despejar estas dudas y fué así como mostró que el submarino podía defenderse con éxito de la acción antisubmarina ejercida por fuerzas de superficie. El alcance del sonar era tan pequeño en relación con el espacio marítimo, que la posibilidad de localizarlo en inmersión sin tener otros datos, era casi imposible. El contacto solo se conseguía cuando el submarino había hecho el ataque.

También se advirtió que cuando los submarinos eran atacados ya fuera por aviones de combate o buques de superficie, podían alcanzar grandes profundidades sobrepasando los límites de tolerancia de resistencia a la compresión ^{de la} que habían sido calculados y al estar a esta profundidad era muy difícil destruirlo por medio de cargas. Como contramedidas, las unidades antisubmarinas montaron una extensa red goniométrica para ondas muy largas ~~y~~ y cortas. Así los mensajes inalámbricos que los submarinos transmitían eran detectados, marcados y se lograba conocer sus extensos movimientos. Además, se montaron aparatos de onda corta HF/DF (HIGH FREQUENCY DIRECTION FINDER) en los buques escolta de los convoyes; con la ayuda de este aparato se captaron las señales de radio emitidas por los submarinos a corta distancia, de tal manera, que pudieran ser atacados o evadidos.

En 1943 se produjo un cambio desfavorable para el submarino con la aparición del radar en la guerra antisubmarina; los submarinos fueron localizados con mucha facilidad, tanto de día como de noche, con bueno o mal tiempo; por aviones a gran distancia lo mismo

que por buques; unos meses más tarde, los submarinos pudieron instalar sus propios radares mediante los cuales ~~Los~~ detectar a tiempo la presencia del enemigo y sumergirse antes del ataque; pero con el radar fueron obligados a mantenerse en inmersión por largos períodos, ~~y esto~~ les restó movilidad y posibilidades ~~para~~ atacar en ^{la} superficie; asimismo le limitó la resistencia física de sus tripulaciones, que tenían que soportar la ausencia de oxígeno y la sobredosis de CO2 hasta sus límites permisibles. Después de la introducción del radar en los buques antisubmarinos, los submarinos sólo podían mantenerse en las zonas de dominio del mar o aéreo del enemigo, permaneciendo en inmersión por largos períodos; ésto dió origen al famoso invento alemán llamado el "SNORKEL", con ~~este~~ el submarino podía cargar sus baterías y renovar el aire interior estando en inmersión a profundidad de periscopio sin necesidad de salir a superficie; El Snorkel, es un tubo que comunica al exterior de la superficie del mar con el interior del submarino, pudiendo el aire fresco ingresar al mismo con dos propósitos: el primero para que los motores diesel sean alimentados con suficiente aire para su combustión y segundo, renovar el aire viciado que se encuentre en el interior con fines de bienestar y salud de las tripulaciones; este sistema devolvió al submarino gran parte de su autonomía que había perdido con la aparición del radar, pues ya no tenía que salir a superficie para cargar sus baterías y cuando lo hacía, tan solo exponía una mínima parte de su estructura, como era parte del mástil del snorkel y parte del periscopio, ~~Dificultando~~ ^{ASÍ}; a los aviones y buques antisubmarinos su detección.

En Alemania se desarrollaron durante la segunda guerra mundial los torpedos con cabezas acústicas y también torpedos con carreras programadas controladas con computadores análogos, ~~Aumentando~~ las posibilidades de impacto ~~inevitablemente~~. ~~El~~ desarrollo del submarino autónomo dió origen al desarrollo del "Submarino auténtico", que es capaz de permanecer sumergido por largos períodos

y cuyas características típicas son apropiadas para las exigencias de la navegación en inmersión; así Alemania desarrolló el submarino tipo U-21 aumentando la potencia de la instalación eléctrica combinada con la mejora de la configuración hidrodinámica para navegar en inmersión; aproximadamente ~~SE SOB/5~~ la velocidad en inmersión, en relación con la anterior, al tiempo que se acrecentó la permanencia en inmersión con mayor capacidad de energía eléctrica almacenada.

El desarrollo del autónomo al submarino auténtico, renovó el interés por la antigua aspiración de lograr una propulsión "única".

La instalación de las máquinas de alto rendimiento desarrolladas hasta 1945 por H. Walter en Alemania, fué un paso importante en este sentido; si bien no pudo ponerse en servicio antes del término de la guerra, las instalaciones funcionaban en inmersión a base de un proceso de combustión independiente de la alimentación del aire, para lo cual el submarino llevaba un tanque de oxígeno líquido; simultáneamente con esta instalación de máquinas, se desarrollaron unas formas de casco especiales (gota de agua) apropiadas para la navegación en inmersión. Su estabilidad tuvo cambios fundamentales en el sentido de que el submarino era estable, estando en inmersión y esta condición permanecía estando en superficie. Todas estas reformas se aplicaron al submarino U-21 que no llegó a emplearse en la guerra; era evidente que el submarino auténtico representaba una arma efectiva y que en la lucha entre el submarino y los buques antisubmarinos, el submarino habría recuperado su predominio.

3.

DESARROLLO DESPUES DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

Después de la guerra se desarrolló la construcción de submarinos partiendo del tipo U-21 Alemán que no había podido intervenir en la guerra; en todas las Marinas se introdujo el Snorkel, en los Es-

tados Unidos se desarrolló el submarino tipo flota que dió origen a los GUPPY (Greater Underwater Propulsión Power), se montaron máquinas más potentes, baterías más grandes y generadores más compactos. A las partes salientes de la superestructura, se le dió una forma más hidrodinámica, de manera que se logró una mejor eficiencia en inmersión.

Vale la pena mencionar las clases de submarinos que se construyeron en los diferentes países, todos en base al U-21 Alemán:

La clase TANG (USA), la clase PORPAISE y OBERON (GB), la clase NARVAL (FR) y la clase W (URSS) todos considerados como submarinos auténticos. Con la forma de estos submarinos oceánicos, se igualaron las velocidades de superficie e inmersión. Esta clase de submarinos con propulsión diesel eléctricos, tienen la desventaja que sólo pueden dar altas velocidades en inmersión, por corto tiempo y tienen que utilizar el snorkel para cargar sus baterías; con el actual desarrollo de los sistemas electrónicos de detección, es posible localizar el snorkel o el periscopio, cuando el submarino se encuentra en esta condición, lo que dió origen al "verdadero submarino" o al submarino nuclear, con el que es posible alcanzar gran velocidad y una autonomía ilimitada en inmersión; a esta clase de propulsión se le ha llamado la propulsión única que es ^{con} base ^{en} la energía atómica. Estos submarinos se han dotado con torpedos convencionales y con misiles balísticos para atacar objetivos en tierra y recientemente con misiles, para atacar buques de superficie. Los aparatos han sido instalados tanto en los submarinos oceánicos, como en los submarinos nucleares.

4. EL VERDADERO SUBMARINO

El verdadero submarino o submarino atómico nació en 1950 cuando la Marina de los Estados Unidos le dió gran importancia al Pro

yecto de una base submarina móvil para el lanzamiento de cohetes; los Alemanes lo habían experimentado en el Lago de Töplitz a principios de 1945 con pleno éxito y los Estados Unidos lo desarrollaron construyendo el primer submarino atómico el "NAUTILIUS", el cual pasó por debajo del Polo Norte en julio de 1960. A este le siguieron el "GEORGE WAS - HINGTON", el que lanzó los primeros cohetes nucleares en inmersión; eran Polaris A1 con un alcance de 2.200 kilómetros; actualmente tienen un alcance que sobrepasa los 12.000 kilómetros.

En 1960 el "TRITON" realizó la histórica vuelta al mundo; en este submarino se instaló el revolucionario sistema de navegación inercial basado en el giróscopo que permite navegar sin recurrir a ninguna referencia exterior, así como la adaptación de un sextante periscopico para llevar una navegación tradicional. La vuelta al mundo fué iniciada en las Rocas de San Pablo cerca del Ecuador, en la Costa del Brasil. El submarino bordeó América por el Cabo de Hornos; atravesó el Pacífico desde las tierras del Fuego hasta las Filipinas y regresó a su punto de partida después de 84 días; su reserva de uranio le hubiera permitido dar cinco veces aquélla vuelta al mundo, sin necesidad de reaprovisionarse. Este submarino desarrolló una velocidad de 23 nudos a 100 metros de profundidad. Con este viaje se demostró:

- Que un submarino atómico podía dar la vuelta al mundo secretamente.
- Que se podía llegar a cualquier punto de los Océanos donde haya más de 100 metros de profundidad, es decir el 65% de la superficie del Globo; sus misiles eran capaces de llegar a cualquier localidad aunque ésta estuviese en el centro de cualquier continente.
- Que así surgió el arma disuasiva más poderosa, puesto que podía actuar en cualquier momento desde un punto desconocido y que es constantemente móvil.

- Que su radio de acción era ilimitado.

Se desarrolló un sistema que podía extraer el oxígeno del agua de mar, lo que permitía al submarino permanecer debajo del agua hasta el agotamiento de sus víveres y sobre todo hasta el límite del aguante psicológico de sus tripulaciones. Nada se parece tanto a una nave espacial como una nave submarina.....

El efecto psicológico en el mundo fué considerable por primera vez, cuando la humanidad poseía el dominio de los océanos.

Los soviéticos que inicialmente no mostraron interés en construirlos, se dieron cuenta de la importancia estratégica que éstos tenían y comenzaron su construcción hasta tal punto que actualmente cuentan con una gran cantidad de ellos.

El submarino nuclear es, pues, por el momento el rey de los océanos. La mayoría de los expertos piensan que dentro del marco actual de las técnicas de detección, es muy difícil localizar un submarino atómico en inmersión. Los Norteamericanos disponen de dos redes de detección "EL CAESAR y el SEA SPIDER". Las informaciones que se tienen sobre estas redes, permiten suponer que los resultados no son alentadores; en la mayoría de los casos cuando los submarinos atómicos americanos han pasado deliberadamente al alcance de éstas estaciones de detección, escaparon a ésta. Cabe deducir que los submarinos soviéticos han hecho otro tanto; se habla también de detectores ingleses del tipo "K" basados en las ondas de gravitación, que permitirían detectar submarinos atómicos desde satélites. Sin embargo la existencia de estos detectores, nunca ha sido confirmada. Cabe ^{también} preguntarse, de todos modos, que nos espera en el futuro ? el progreso técnico y científico no se detiene nunca ¿ será que el submarino atómico no tendrá en el futuro un sucesor ? pues bien, más allá del submarino atómico, se habla ya del avión submarino que sería más rápido que el subma

rino atómico, 100 nudos quizá. Podría constituir realmente, la última palabra de la destrucción; podría alcanzar y aniquilar cualquier objeto en la superficie o fondo del mar.

5. CONCLUSIONES

Los submarinos atómicos debido a su gran tamaño no son utilizables en aguas costeras; su construcción, ^{por} su alto costo, permanece cuantitativamente limitada a las dos superpotencias, los Estados Unidos y la Unión Soviética.

Por estas razones se continuó desarrollando el submarino diésel-eléctrico; estos pueden llevar el mismo número de torpedos, con los mismos sistemas de detección y los mismos sistemas de control, así como también el poder que tienen para poder llevar misiles contra buques de superficie; son apropiados además para minados y a causa de su tamaño, estos submarinos oceánicos o de alta mar son difícilmente detectables y muy apropiados en aguas costaneras, como submarinos de ataque o defensa antisubmarina.

El desarrollo y construcción de los submarinos oceánicos aún no ha concluido. Se podría pensar que las Marinas que sólo construyen submarinos de propulsión atómica, seguirán el ejemplo Francés y paralelamente a la propulsión nuclear, volverán a la propulsión Diésel - Eléctrica; parece que ambos tipos de buque se complementan en su esfera de acción.

BIBLIOGRAFIA

Gabler Ulrich. Construcción de Submarinos, Editorial San Martín. Madrid 1978, 151 págs.

Bergier Jacques y Alexandróv Víctor. *Guerra Secreta bajo los Océanos*. Editorial Plaza & Janes S.A. Barcelona.1973. 183 págs.

García Rivera Federico. *La Guerra en la Historia. Relatos abreviados de Historia Militar*. Provenza 101. Barcelona: Juventud, 1942 . 181 págs.

Wegener , Wolfgang. *La Estrategia Naval en la Guerra Mundial*. Bogotá: Imp. Esdegue. 70 págs.

Whitestone,N. *Submarinos ¿ Superarma del futuro?* Editorial J.F. Lehmann de München, 1975. 54 págs.

Rössler E. *Submarino Tipo 21*. Editorial J.F. Lehmann de München, 1967. 153 págs.

36791

36791

111