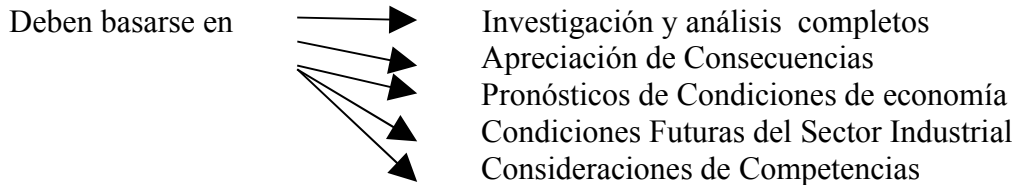


**Unidad V : Planeamiento, Programación y Control de la Producción**

EL PLAN EMPRESARIAL → Informa del nivel general de actividades de la Organización; es un reglamento ó Conjunto de reglas de carácter general que expone el procedimiento que habrá de seguirse en cualquier situación que se presente.-



“ES LA ESTRATEGIA DE LA EMPRESA PARA COMPETIR DURANTE ÉL ó LOS AÑOS SIGUIENTES”

**EL PLANEAMIENTO DE PRODUCCIÓN**

*Propósito:* Satisfacer la Demanda de c/u de los productos dentro de la línea. Este nivel detallado desagrega las Líneas de Producción en c/u de los productos e indica cuándo deben producirse.-

El Plan Maestro de Producción relaciona Mercadotecnia con Función de Producción. Además, señala el momento de colocar órdenes de compra de materiales, insumos, etc. Evita recargar Dptos, centros de trabajo, etc.

*Conclusión:* El Plan es determinar: Qué, Cuántos, Con qué hago, Cómo, los Artículos?

El planeamiento para un período requiere insumos que son:

1. Especificaciones del Producto
  - 1.1. Memoria Técnica
  - 1.2. Planos del Producto
  - 1.3. matrices ó Gozinto
2. Cantidad que se va a fabricar
3. Un horizonte de tiempo
4. Listado de los recursos a utilizar
5. Asignación de todos los recursos (M. Prima, M. de Obra, Maquinaria, etc.)
6. Stocks de los Elementos
7. Estándares de Horas Máquina y Horas Hombre: Consumo

*Plan de Producción:* Surge de un pronóstico de Demanda. Son decisiones de Curso de Acción Futuros, establecidos por los niveles superiores de la Organización

Plan a Corto Plazo	Hasta 6 (seis) meses	Plan de Ventas y Producción: Se asignan Recursos
Plan a Mediano Plazo	Entre 6 meses y 1,5 años	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Combinación óptima de tasa de producción</li> <li>○ Nivel de Fuerza de trabajo</li> <li>○ Inventario Disponible</li> </ul>
Plana Largo Plazo	De 1,5 años en adelante	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Posicionamiento en el mercado</li> <li>○ Estructura de la Organización</li> </ul>

## PROGRAMACIÓN de la PRODUCCIÓN

La Programación es un Plan Calendarizado. Lo elabora el mismo área de Producción. Requiere del Plan y asigna Tiempos. Determina la *Oportunidad* de hacer las cosas. Esto es, el *Cuándo* se fabrica, *Cuándo* se colocan los pedidos de Compra, etc.

## LA LÓGICA del SISTEMA de PLANEAMIENTO y PROGRAMACIÓN

El concepto fundamental es el de la Dependencia de la Demanda.-

La demanda de Artículos Finales (Productos Terminados), crea demanda de Conjuntos, que a su vez crean componentes, etc.

Ejemplo: un mueble determinado crea la demanda de patas, tapas, travesaños, tornillos, barniz, goma. Si se fabrican patas, tapas, travesaños, etc., se crearán demandas de Materias Primas: Maderas de distintas formas.

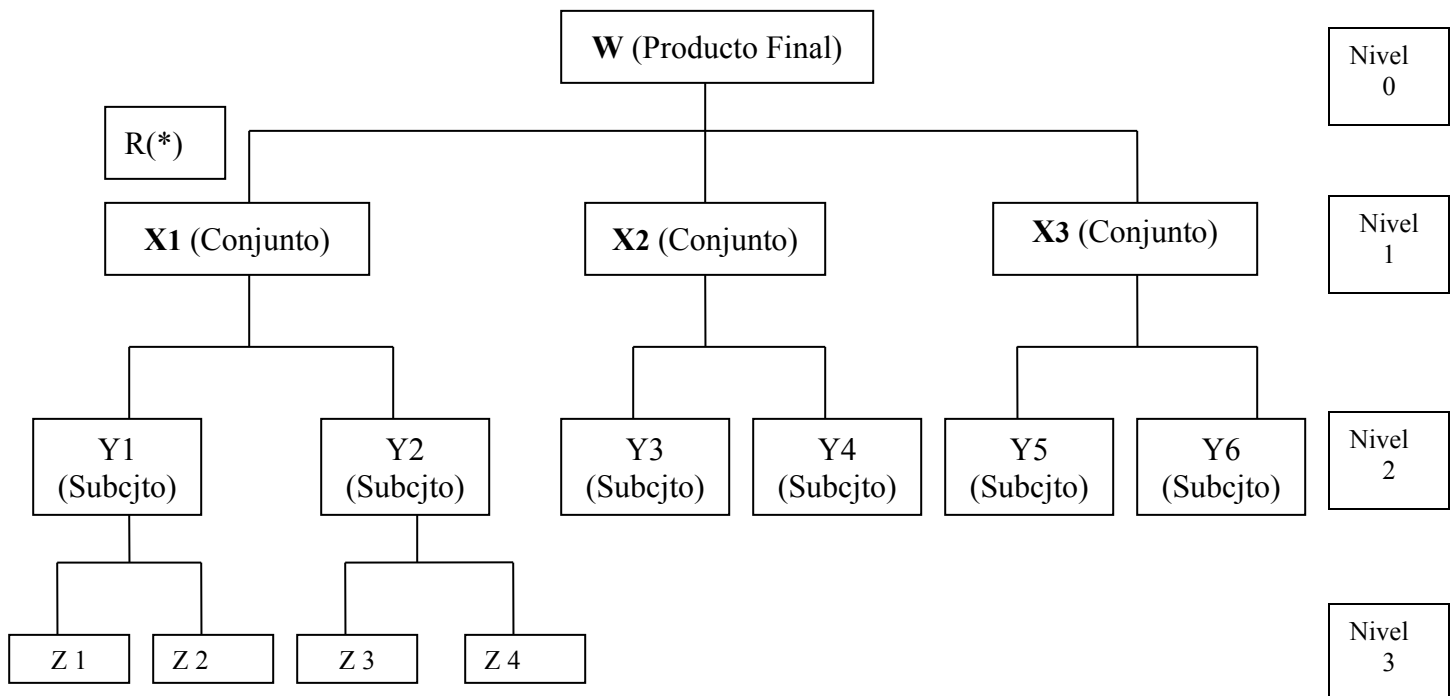
Además, la demanda del artículo o Producto Terminado tendrá lugar en función de la Producción programada y demanda de clientes.

Luego, no será necesario pronosticar independientemente la necesidad de partes y componentes, puesto que la explotación del artículo final, aportará esta información.-

La cantidad de material disponible para usar en el proceso de producción es función del material en mano y del material pedido.-

La clave para el uso del MRP, está en la comprensión del Proceso de Contrapartidas.-

Esquema Gozinto:



(\*) R: Relación Numérica entre partes componentes: Ej.: Qué cantidad de X1 interviene en W

Ejemplo: Un producto cualquiera

W: Producto Final	_____	25 Unidades en Inventario
X: Conjunto	=====	100 Unidades “ “
Y: Subconjunto	=====	50 Unidades “ “
Z: Parte	_____	10 Unidades “ “

(\*) Supongo Relación R: 1:1 para todos los componentes

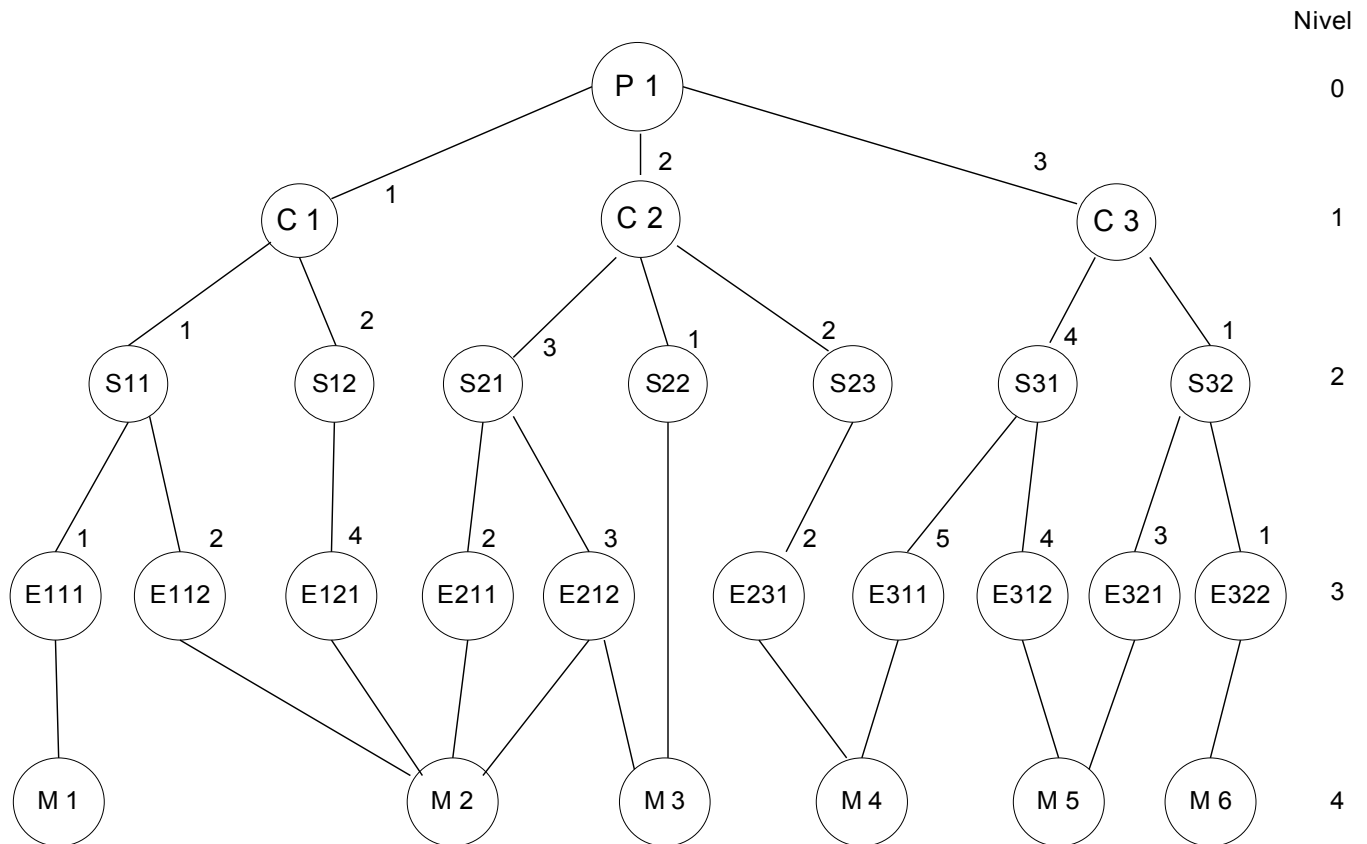
Se plantea el problema de Requisición de materiales para una demanda de W= 200 Unidades

Req. W= 200	Requerimientos	
	Con Contrapartidas	Sin Contrapartidas
W	175 (200 – 25)	175 (200 – 25)
X	75 (175 – 100)	100 (200 – 100)
Y	25 (75 – 50)	150 (200 – 50)
Z	15 (25 – 10)	190 (200 – 10)

Proceso de Contrapartidas:

Se basa en el hecho de que, por ej., un subcjo contiene todas las partes que lo definen como tal. Por lo tanto, si tenemos un stock de subcjos en existencias, debemos considerar las partes intervinientes en ese subcjo, en realidad, debemos sacar el saldo de estas partes de nuestros cálculos, para evitar su doble computación. Ocurriría el doble cómputo si los niveles de inventario de W, X, Y, Z, fueran restados del requerimiento total de W (como en el gráfico)

### EJERCICIO DE PLAN MAESTRO DE FABRICACIÓN



*Referencias a Materiales:*

M1: H° Red 1/2"

M3: Planchuela H° 1" x 1/8"

M5: H° Cuadr 3/4"

M2: H° Red 3/4"

M4: Planchuela H° 2" x 1/8"

M6: H° Hexag 1"

Aplicación	Material	Aplicación	Material	Aplicación	Material
E111: 4,50 Mts	M 1	E211: 2,8 Mts	M 2	E312: 7,50 Mts	M 5
E112: 2,70 Mts	M 2	E212: 5,60 Mts	M 3	E321: 8,00 Mts	M 5
E121: 1,20 Mts	M 2	E231: 1,65 Mts	M 4	E322: 3,95 Mts	M 6
E211: 3,70 Mts	M 2	E311: 4,80 Mts	M 4		

Observación: Los materiales se adquieren en unidades de Kg. Buscar la densidad lineal (Kg. / MT) de c/u de ellos para el cálculo.-

**Ejercicio:** Determinar la compra total de materiales para el problema planteado siguiente

Siendo Stock Final (SF) = Stock Inicial (SI) + Producción (P) – Venta (V)

Se necesita para P, un SF = 2 . V (Dos veces la Venta)

Planteo del Problema:  $2.V = S. I. + P - V \Rightarrow 3.V = S. I + P \Rightarrow$   $P = 3. V - S. I$

Argumento Inicial: V: Venta en el mes del Producto P = 100

Generar la Matriz de Planeamiento, a partir de los datos suministrados en hoja aparte

**Programación GANTT:**

El primer modelo formal de Programación utilizado por la dirección fue el gráfico GANTT. Esta técnica dio una poderosa herramienta a la Dirección para controlar y planificar las operaciones industriales

El gráfico Gantt ha sido usado con mucho éxito para las operaciones de producción muy repetitivas

Este gráfico, generalmente, lleva una escala horizontal de tiempos a lo largo de su parte alta.-

Las filas representan máquinas, personas, Dptos., o cualquier recurso que pueden ser necesarios para cumplir una tarea.-

La escala de tiempos (columnas) puede ser subdividida en tiempos de calendario ó en Unidades de Tiempo seleccionadas (horas, minutos, etc.).

En los gráficos de este tipo, el N° de la máquina se anota en la columna de la izquierda. Se dibuja una línea horizontal sobre la cual se muestran los pedidos u órdenes programadas para su procesado en la máquina correspondiente.-

Una 2da. Línea, que representa el progreso en comparación con este programa, se dibuja después.

Un ejemplo de gráfico de Gantt para carga de máquina se muestra a continuación:

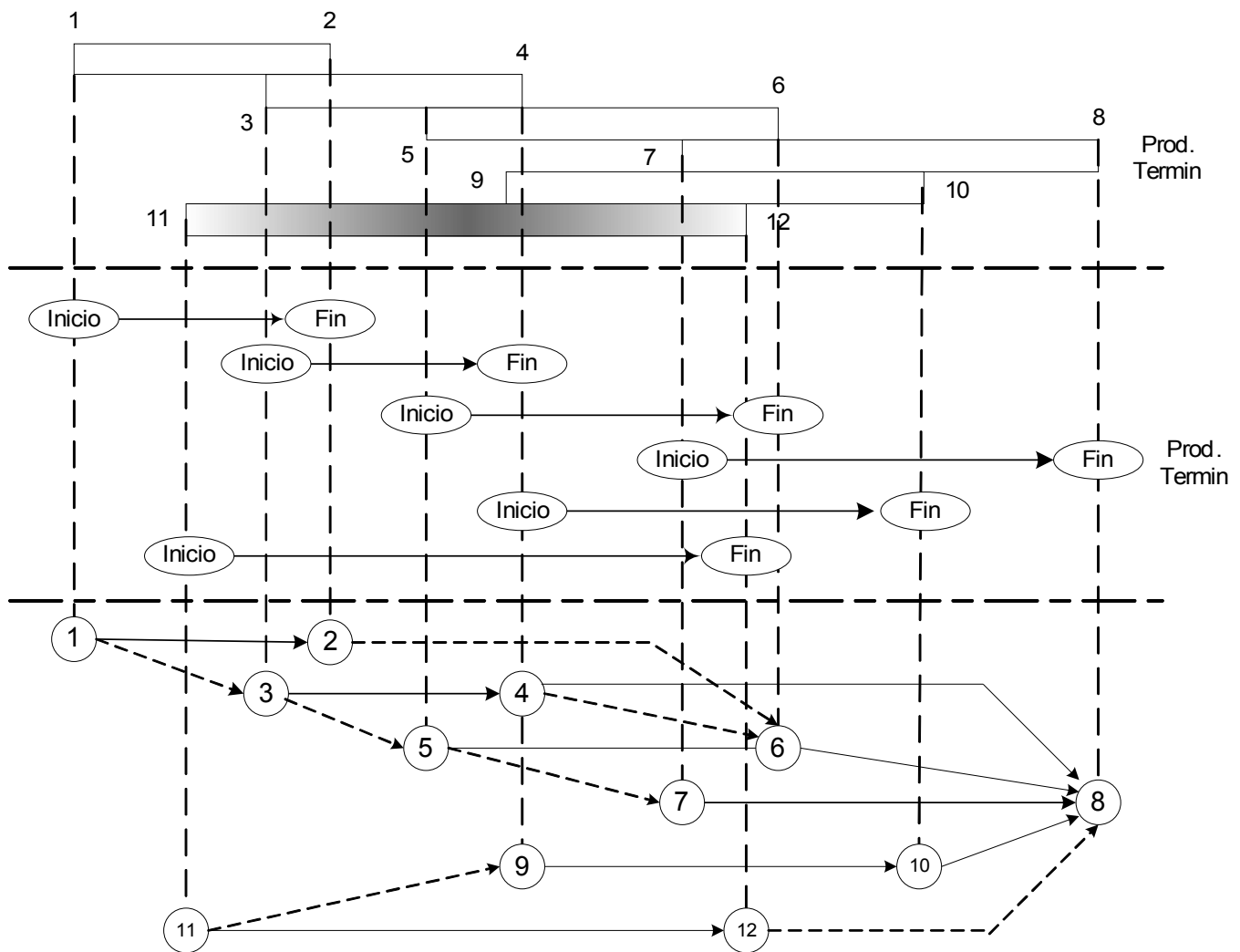
Concepto Máquina		Productiv	Total a Fabricar	Hs. Tot. Requer	Fecha					
					Junio 25 Lunes [8 Hs]	26 Martes	27 Miércoles	28 Jueves	29 Viernes	
Taladro	Pieza A	4,76 Pzas/ Hora	70	14,70						
	Pieza B	3,33 Pzas/ Hora	60	18,00						
Torno	Pieza A	2.54 Pzas/ Hora	65	25,60						
	Pieza B	5.88 Pzas/ Hora	80	13,60						

El gráfico Gantt es un instrumento de planificación y programación para operaciones de Producción que impliquen un mínimo de interrelaciones. Como tal, no prevé el tratamiento de la incertidumbre ni da medios para tratar de prever las restricciones que en el desarrollo del trabajo pueden crear las interrelaciones entre las distintas actividades.-

Por tanto, los proyectos de investigación y desarrollo a gran escala, características de muchos programas militares e industriales, requieren instrumentos adicionales de planificación y programación para una planificación y control efectivos de su dirección. Los gráficos de redes y de progreso han sido creados para cubrir esa necesidad.-

#### RELACIÓN ENTRE UNA RED Y EL CORRESPONDIENTE GRÁFICO GANTT.

La relación entre el método de Redes desarrollado y usado en el PERT y el tradicional gráfico GANTT, merece ser señalada. La siguiente figura, nos muestra esa diferencia.-



## PERT y CPM

PERT: Program Evaluation Research Technic (*Técnica de Evaluación y Revisión de Programas*)

CPM: Critical Path Method (*Método del Camino Crítico*)

Fueron diseñados para proporcionar información para la administración. Primero se expone la “Ruta Crítica” del Proyecto

*Ruta Crítica*: son las actividades que limitan la duración del proyecto. Para lograr que el proyecto se realice pronto, las actividades de la ruta crítica deben realizarse YA.

Por otra parte, si una actividad de la Ruta Crítica se retarda, el proyecto en su totalidad se retarda en la misma cantidad.

Las actividades que *no* están en la ruta crítica, tienen una cierta cantidad de holgura; esto es, pueden empezarse mas tarde y permitir que el proyecto como un todo se mantenga en Programa.

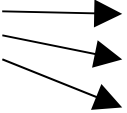
PERT / CPM identifican estas actividades y la cantidad de tiempo disponible para retardos.

El CPM es un proceso administrativo de Planeación, Programación, Ejecución y Control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al Costo Óptimo.

Diferencias entre PERT y CPM:

PERT: Establece Distribución de Tiempos Aleatoria ( $\beta$ )

CPM: Establece Tiempos Determinísticos

Para el PERT 

- Estimado de Tiempo + Probable (Tpr)
- Estimado de Tiempo Optimista (Top)
- Estimado de Tiempo Pesimista (Tpe)

Luego, los Parámetros son:

Media Esperada:  $T_E = (T_{op} + 4 T_{pr} + T_{pe}) / 6$

Desviación Std:  $\sigma = (T_{pe} - T_{op}) / 6$

Metodología de Aplicación PERT / CPM

1. Planeación y Programación
  - 1.1. Definición del Proyecto
  - 1.2. Lista de Actividades
  - 1.3. Matriz Secuencia
  - 1.4. Matriz Tiempos
  - 1.5. Red Actividades
  - 1.6. Resolución Camino Crítico
2. Análisis Secuencial
  - 2.1. Cálculos de Tiempos Esperados
  - 2.2. Varianzas y Desvío Std
  - 2.3. Probabilidades asociadas al proyecto

Matriz de Información:

*Red de Actividades*

Se llama así a la representación gráfica que muestran sus eventos, secuencias, interrelaciones y el CPM.-

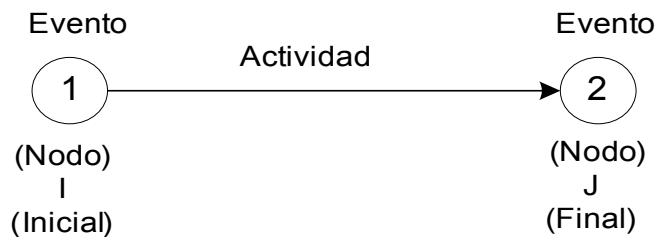
No sólo se llama Camino Crítico al Método, sino también a la serie de actividades, contadas desde la iniciación del proyecto hasta su terminación, que no tienen flexibilidad en su tiempo de ejecución, por lo que cualquier retraso que sufriera alguna de las actividades de la serie, provocaría un retraso en todo el proyecto.

También Camino Crítico es la serie de actividades que indica la duración total del Proyecto

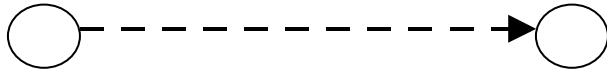
Cada una de las actividades se representa por una flecha (arco), que comienza en un evento y termina en otro.

Se llama evento, al momento de iniciación ó terminación de una actividad. Se determina en un tiempo variable entre el más temprano y el más tardío posible, de iniciación ó de terminación.

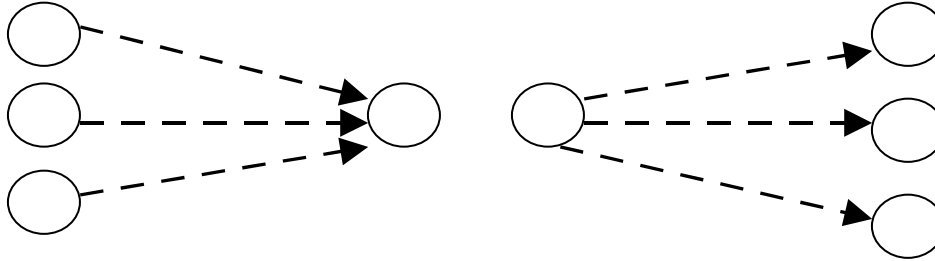
A los eventos se los conoce también como *nodos*.



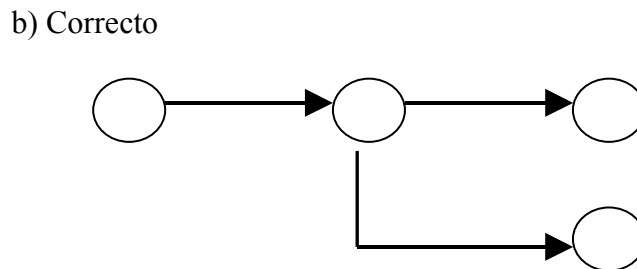
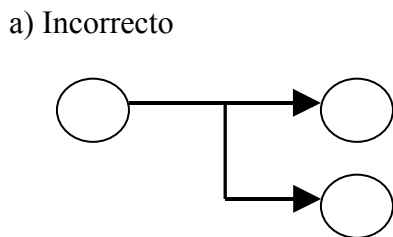
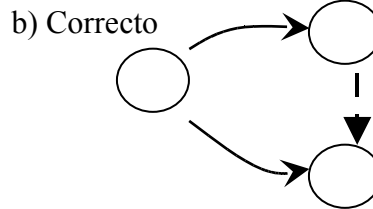
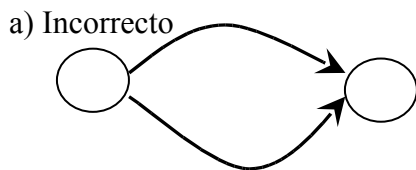
Si hay que indicar que una actividad tiene una interrelación ó continuación c/otra, se dibujará entre ambas una línea punteada, llamada liga, que tiene una duración de cero.-



Varias actividades pueden terminar en un nodo ó partir de un mismo nodo



Hay situaciones que son Correctas y otras Incorrectas



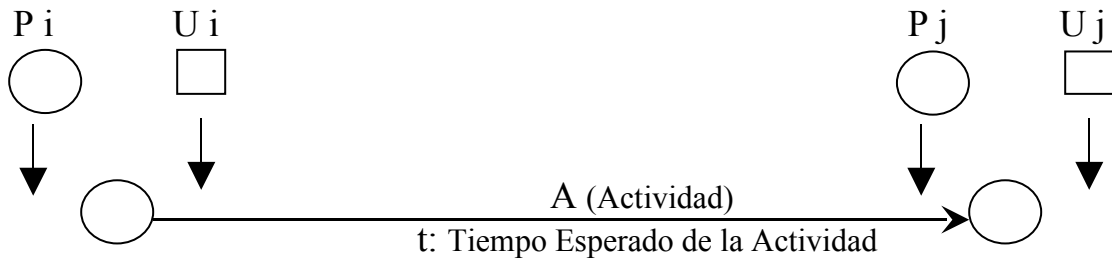
Matriz de Elasticidad

Es necesario para tomar decisiones adecuadas, tener a la mano los datos de las probabilidades de retraso o adelanto de trabajo de cada una de las actividades, o sea la elasticidad de las mismas.

Cálculo de Holguras

*Holgura*: se llama así a la libertad que tiene una actividad para alargar su tiempo de ejecución sin perjudicar otras actividades ó el proyecto total

1) Holguras en las Actividades:



Se pueden apreciar 4 (cuatro) tiempos (ó lecturas):

- la 1ª y última del evento i
- la 1ª y última del evento j

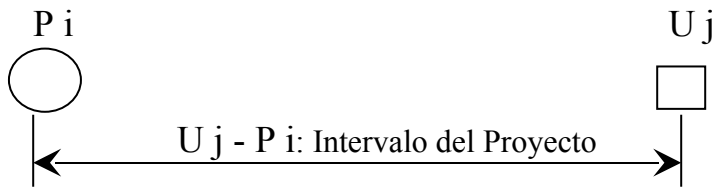
P i: Lo más temprano en que puede iniciarse la actividad "A"

U i: Lo más tarde en que puede iniciarse la Actividad "A"

P j: Lo más temprano en que puede terminarse la Actividad "A"

U j: Lo más tarde en que puede terminarse la Actividad "A"

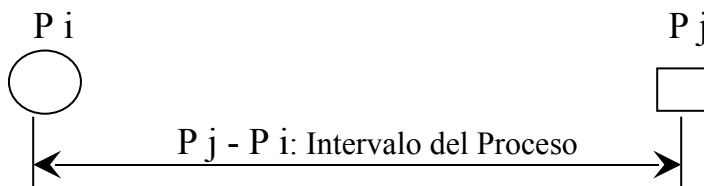
- a) *Intervalo del Proyecto*: Diferencia entre Fecha + Tardía de Terminación y Fecha + Temprana de Inicio: Intervalo de tiempo disponible de mayor duración. Está en función del conteo del proyecto



Al restar la duración t de la Actividad, produce la **Holgura total**:

$$H T = U j - P i - t$$

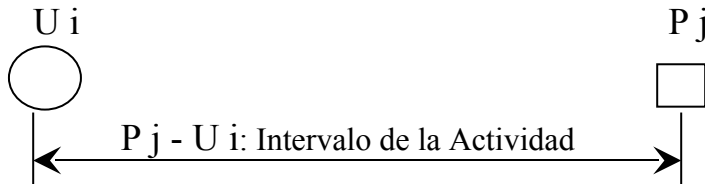
- b) *Intervalo del Proceso*: Diferencia entre Fecha + Temprana de Terminación y Fecha + Temprana de Inicio: Intervalo disponible en función del proceso:



Al restar la duración t de la Actividad, produce la **Holgura Libre**:

$$H L = P j - P i - t$$

c) *Intervalo de Tiempo + Reducido posible*: Diferencia Fecha + Tardía de Inicio y + Temprana de Terminación:



Al restar la duración  $t$  de la Actividad, produce la **Holgura Independiente**:

$$H I = P j - U i - t$$

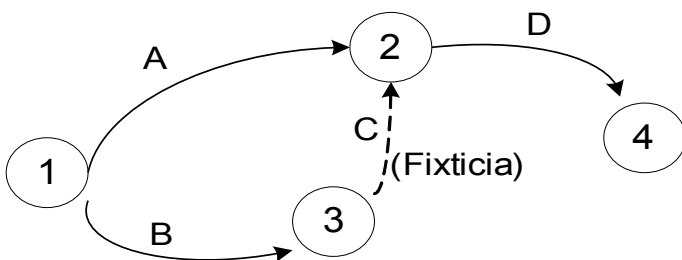
Pasos para construir el Diagrama PERT

- 1) Listado de Tareas
- 2) Matriz de Tiempos (Tpe, Tpr, Top)
- 3) Ordenar según la precedencia las tareas → Trabajar con la Matriz indicada a continuación

Respecto A	B	C	....	(Tareas)
a				
A	X	1		
B		X		
C				

Código	Orden
X	Anterior a
1	Simultánea
nada	Posterior a

Ejemplo:



	A	B	C	D
A	--	1	1	X
B		--	X	X
C			--	X
D				--

4) Cálculo del Tiempo Esperado de cada Tarea  $i$

$$T_{E i} = (T_{op i} + 4 T_{pe i} + T_{pe i}) / 6$$

5) Cálculo de los Desvíos Std de Tiempos de cada Tarea  $\sigma_i = (T_{pe i} - T_{op i}) / 6$

a) Proceso de Cálculo del *Tiempo Esperado Total* (del Camino Crítico):

Se determina el Camino Crítico de la Red y se trabaja sobre los tiempos esperados de c/tarea crítica, como también sobre los Desvíos Std de cada uno.

Luego, para determinar el *Tiempo Esperado Total* del Camino Crítico, se suman los

$$T_{E i} \rightarrow \sum_{i=1}^m T_{E i} = T_{E \text{ TOTAL CAMINO CRÍTICO}} \quad \text{Siendo } m: \text{N}^\circ \text{ de Tareas del Camino Crítico}$$

Además, el *Desvío Std Total del Camino Crítico*, se calcula como:

$$S = \left( \sum_{i=1}^m \sigma_i^2 \right)^{1/2} \quad \text{es decir, la Raíz Cuadrada de la Suma de los Desvíos Std al cuadrado de c/tarea,}$$

pertenciente al Camino Crítico. Por otra parte, el Desvío Std al cuadrado, es la *Varianza* del tiempo considerado.

6) Holgura Total: Se determinan las Holguras de c/tarea, una vez determinado el Camino Crítico (ver)

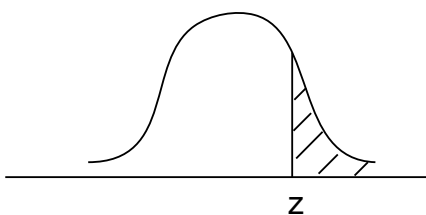
7) Determinación de Probabilidades de Cumplimiento de Contrato de un Proyecto dado

Sea  $t_x$ : Tiempo de Contrato

$$t_x - t_{E}$$

$z = \frac{t_x - t_{E}}{S} \rightarrow$  Según Curva Gauss, de la Distribución Normal Estandarizada: Determino la

Probabilidad de que cumpla con un tiempo  $t_x$ . Aplicamos la Tabla de Áreas bajo la Curva Normal desde  $z$



## Ejercicio de PERT

“Convertir un área arbolada en un pequeño parque “

Actividades:

- A. *Limpiar*: Derribar árboles innecesarios, arrancar troncos y hacer trazo inicial de caminos
- B. *Cortar Árboles*: Cortar la leña utilizable de los árboles derribados y amontonarla para retirarla
- C. *Recoger Leña*: Junto con la leña utilizable, las ramas
- D. *Caminos*: Hacer el corte final de los caminos y echar grava
- E. *Estacionamiento*: Nivelar las áreas de estacionamiento y echar grava
- F. *Servicios*: Instalar los servicios de agua y electricidad
- G. *Refugios*: Construir refugios y edificios básicos
- H. *Jardinería*: Cubrir las áreas correspondientes con plantas y césped
- I. *Conclusión*: Conectar los servicios y hacer limpieza general

Etiqueta	T op [días]	T pr [días]	T pe [días]	T ε i	Precedencias Inmediatas
A	4	5	6		Ninguna
B	4	6	7		A
C	3	4	6		A
D	5	7	8		B
E	3	5	7		C
F	4	6	8		C
G	5	7	9		E, D
H	8	10	12		E, D
I	2	3	4		F, G

Determinar:

1. La Red correspondiente
2. El Camino Crítico
3. Los márgenes Totales, Libres e Independientes de las tareas NO críticas
4. Probabilidad de terminar el Proyecto 2 (dos) días antes
5. N° de días necesarios tales que la Probabilidad de terminar el Proyecto sea del 80%

Bibliografía:

- ❖ *Producción* – Ricardo F. Solana – Ediciones Interoceánicas S.A. – 1996
- ❖ *Manual de Producción* – Alford y Bang – Ed. Uthea – 1974
- ❖ *Apuntes de Cátedra*