

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

- 1 Concepto y etapas de la gestión de un proyecto
- 2 Concepto y tipos de control
- 3 Ámbito de control
- 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

# 1 Concepto y etapas de la gestión de un proyecto

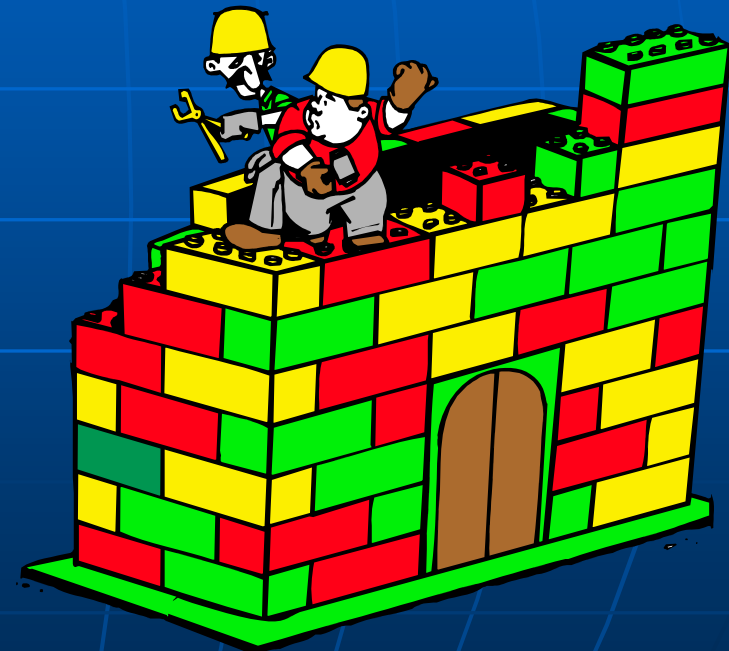
**PROYECTO:** Una serie de tareas relacionadas, parcialmente ordenadas y generalmente dirigidas a la obtención de un resultado importante, por lo que requiere un largo período de tiempo para su finalización.



**DIRECCIÓN DE PROYECTOS:** Planificación, dirección y control de los recursos necesarios para llevar a cabo un proyecto.

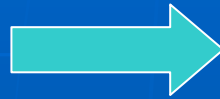
**ETAPAS DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS:**

- ✓ Planificación
- ✓ Programación
- ✓ Ejecución
- ✓ Control



## 2 Concepto y tipos de control

DIFERENTES  
ACEPCIONES  
DE CONTROL:



- VERIFICAR
- REGULAR
- CONTRASTAR
- COMPROBAR

CONCEPTO DE CONTROL: Proceso en el cual, tras observar y medir determinadas variables, se comparan con unos valores previamente establecidos, de manera que se obtiene una información acerca de las desviaciones de éstas, lo que permite actuar sobre las variables oportunas a fin de modificar su comportamiento.

## 2 Concepto y tipos de control

**¿CÓMO SE CONSIGUE QUE EL DESEMPEÑO REAL SE AJUSTE A LO PLANIFICADO?**



1. Establecimiento de estándares de desempeño
2. Medición del desempeño
3. Informar de los resultados
4. Contrastar los resultados reales con los esperados
5. Desarrollar acciones correctivas

2 Concepto y tipos de control

**TIPOS DE CONTROL:**

Criterio	Tipos
Según el momento de efectuar el control	<i>Control preventivo</i>
	<i>Control permanente o actual</i>
	<i>Control a posteriori</i>

Criterio	Tipos
Según la finalidad del control	<i>Control de exactitud o de regularidad</i>
	<i>Control de eficiencia</i>

2 Concepto y tipos de control

Criterio	Tipos
Según el seguimiento de las variables-norma	<i>Control programado</i>
	<i>Control rastreador</i>
	<i>Control adaptativo</i>
	Control óptimo

### 3 **Ámbito de control**

**ÁMBITO DE CONTROL:** Relación entre el número de directivos y el número de subordinados

**TIPOS:**

\* **Nivel organizacional (Ratio de supervisión):** Relación entre el número de supervisores y el número total de mano de obra empleada

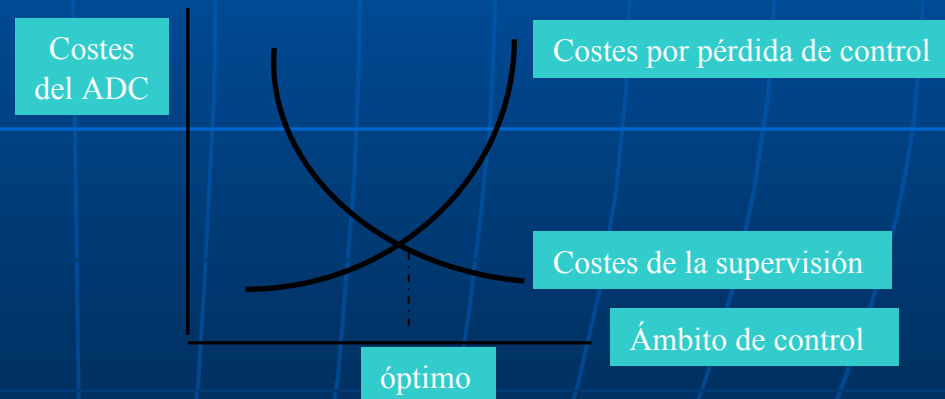
\* **Nivel departamental (Límites de autoridad jerárquica):** Número total de subordinados sobre los que se posee algún tipo de autoridad (si sólo hay un supervisor)

**Ámbito de control bruto (grado de supervisión del departamento):** relación entre empleados y supervisores del departamento.

**¿Cuál sería el ámbito de control óptimo?**

**Reducido:** Dificultad de comunicación entre niveles altos y bajos de la organización; altos costes de supervisión; supervisión muy estrecha

**Amplio:** Costes por pérdida de control



## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

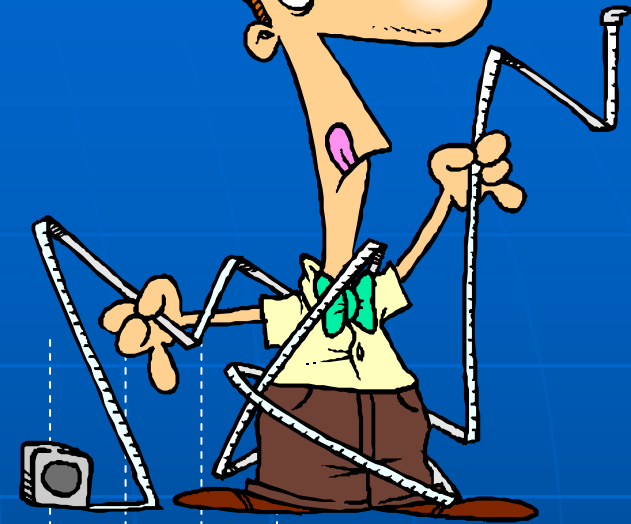
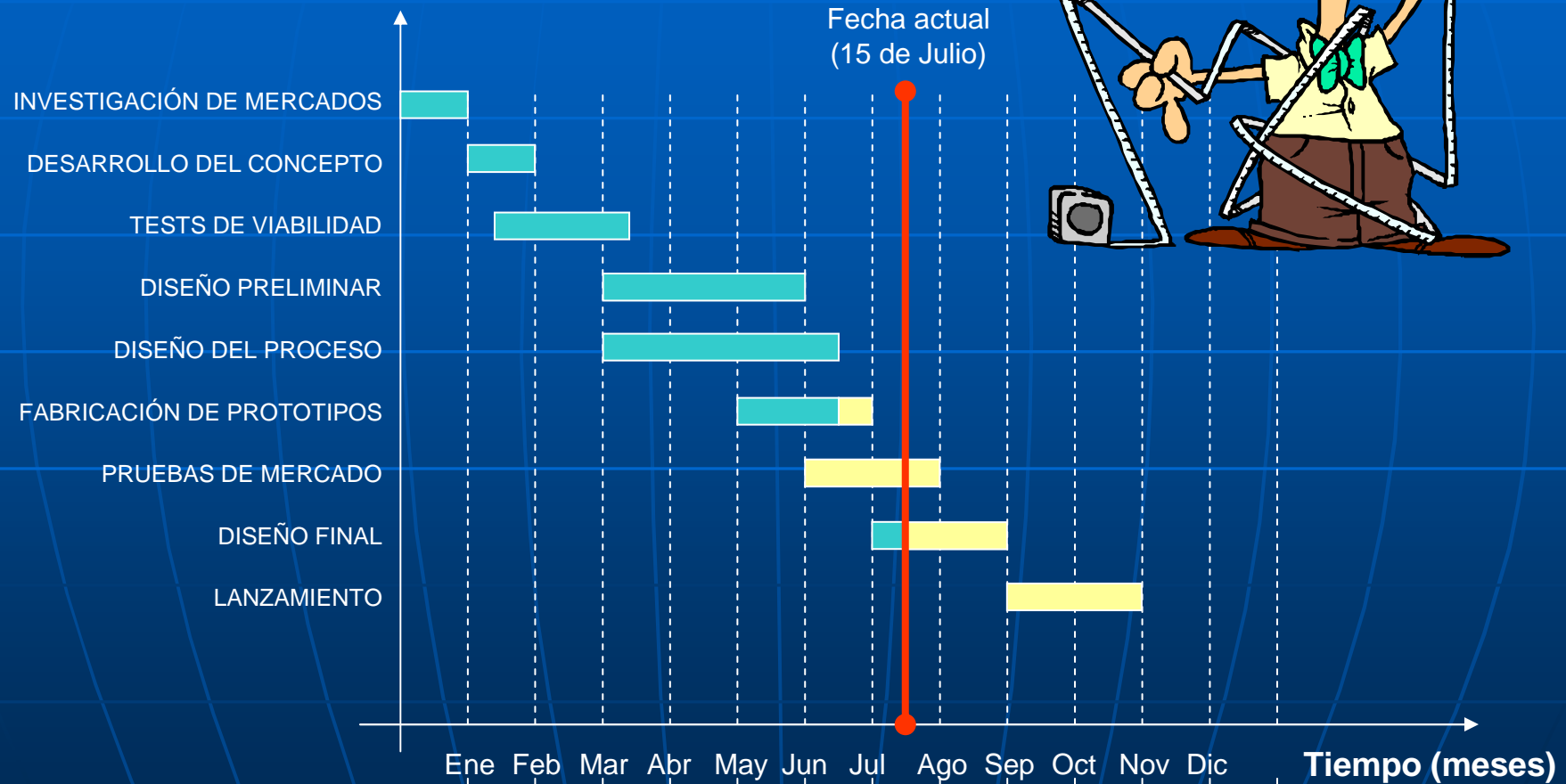
### GRÁFICOS GANTT

- Se elabora con anterioridad al inicio del proyecto
- Se representa con barras horizontales cada una de las actividades del proyecto, donde la longitud de cada barra representa la duración de cada actividad
- Conforme el proyecto avanza y se van completando las distintas actividades, el gráfico se modifica sombreando las barras horizontales a medida que van siendo completadas las actividades que representan
- Nos permite conocer:
  - ❖ El orden de realización de las distintas actividades
  - ❖ El calendario previsto para la ejecución de las mismas
  - ❖ La duración prevista para el proyecto
  - ❖ Las actividades que se encuentran retrasadas y si se están cumpliendo los plazos establecidos en la planificación inicial



4 Técnicas de planificación y control de proyectos

GRÁFICO GANTT



## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### ■ MÉTODOS CPM Y PERT

- ✓ El método CPM (Critical Path Method / Método del Camino Crítico) fue desarrollado en 1957 por J.E. Kelly y M.R. Walker para proyectos de mantenimiento en una planta química de la multinacional Du Pont
- ✓ El método PERT (Program Evaluation and Review Technique / Evaluación de Programas y Revisión Técnica) fue desarrollado en 1958 por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina estadounidense en colaboración con la Lockheed (fabricantes de proyectiles balísticos) y la Booz, Allen & Hamilton (ingenieros consultores) para planificar el desarrollo del submarino nuclear Polaris y sus misiles balísticos que implicaba la necesidad de coordinar, controlar y dirigir más de 250 contratistas directos y 9.000 subcontratistas
- ✓ Son métodos muy parecidos siendo la principal diferencia el método de estimación de la duración de las actividades: mientras que en el CPM la duración de cada actividad se considera conocida con certeza, en el PERT se considera dicha duración como una variable aleatoria que debemos estimar

A efectos docentes, dadas las similitudes de ambos métodos, se habla conjuntamente de método PERT-CPM

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### MÉTODO PERT

#### A/ Definiciones.

##### 1.- ACTIVIDAD

- Ejecución de una tarea que exige para su realización recursos
- Tiene asignada una determinada duración
- Se representa con un arco (flecha)

##### 2.- SUCESO

- Acontecimiento, momento del tiempo, fecha de calendario que indica el principio o el fin de una actividad o de un conjunto de actividades
- No consume recursos
- Se representa con un vértice o nudo (círculo)

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### 3.- PRECEDENCIAS

➤ Indican qué actividades han de estar completadas antes de ser iniciada otra actividad

➤ Tipos

❖ **LINEALES:** ( $A < B$ ) Para iniciar B, se necesita que esté terminada A

❖ **CONVERGENCIA:** ( $A, B < C$ ) Para iniciar una actividad C, es necesario que hayan concluido más de una actividad A y B

❖ **DIVERGENCIA:** ( $A < B, C, D$ ) Para iniciar un conjunto de actividades B, C y D, es necesario que se realice una actividad A

❖ **CONVERGENCIA-DIVERGENCIA:** ( $A, B < C, D, E$ ) Para iniciar un conjunto de actividades, C, D y E, es necesario que hayan finalizado otro conjunto de actividades, A y B

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### B/ Reglas básicas.

- 1.- Todo proyecto debe tener siempre un nudo inicial y un nudo final
- 2.- Toda actividad, a excepción de la que salga del suceso inicial o llegue al suceso final, tendrá, al menos, una actividad precedente y otra siguiente
- 3.- Toda actividad  $ij$  llegará a un suceso de orden superior al del que sale ( $i < j$ )
- 4.- Cada actividad sólo puede estar representada por una flecha
- 5.- Entre dos sucesos sólo puede darse una actividad

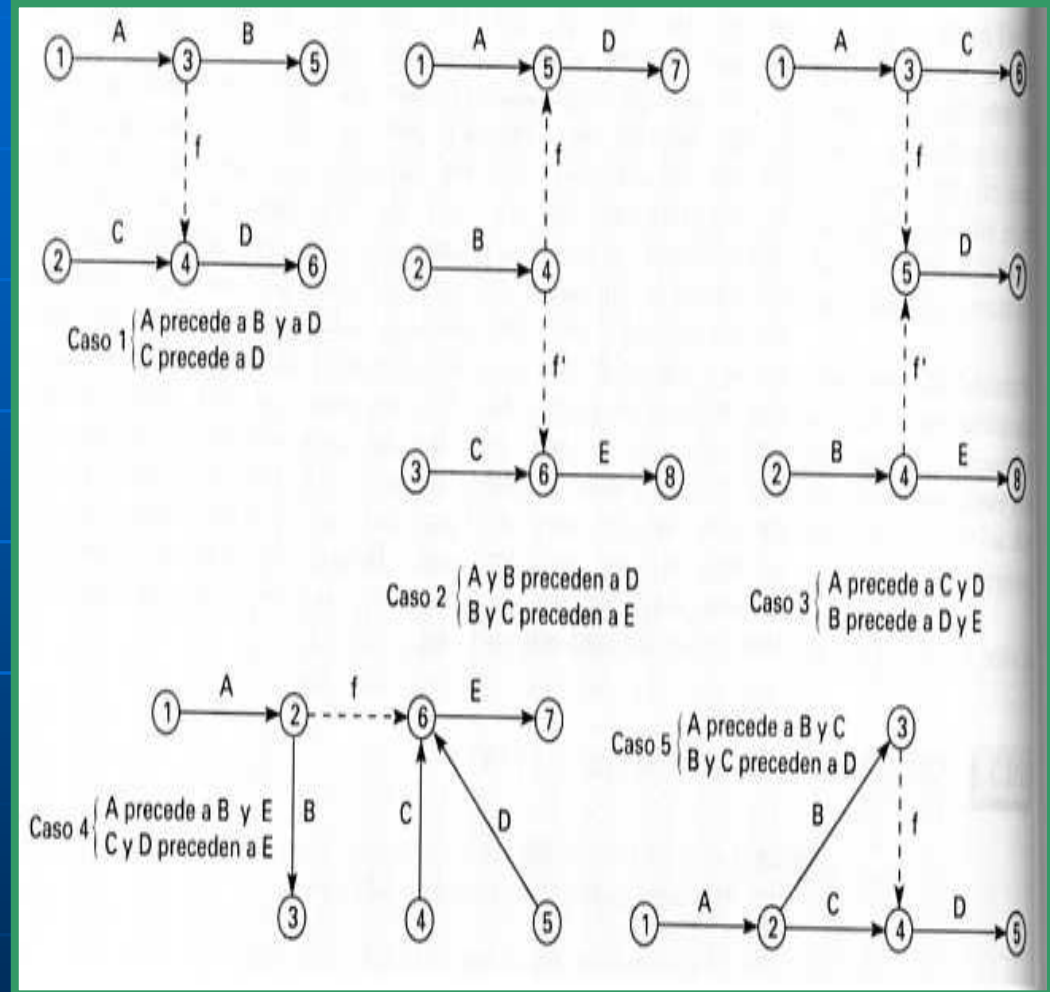
Algunas veces, el cumplimiento de las citadas reglas puede impedir el plantear las relaciones de prelación de algunas actividades

**SOLUCIÓN: ACTIVIDADES FICTICIAS**

# 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

## ACTIVIDADES FICTICIAS

- ✓ Es una exigencia del método a la hora de la construcción del grafo con la finalidad de resolver los problemas de dependencia mencionados
- ✓ No consumen tiempo ni recursos
- ✓ Se representan por líneas de puntos
- ✓ Se denominan por una "f" minúscula con un subíndice que indica el número de orden de este tipo de actividades



## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### C/ Numeración de nudos.

Para numerar un nudo cualquiera, es necesario haber numerado previamente todos aquellos sucesos de los que parten actividades que llegan a dicho nudo

#### Formas de hacerlo

1. A ojo (Intuitivo)
2. Matriz asociada al grafo (Sistemático)

1.- Se identifican por una letra cada uno de los nudos siguiendo un orden arbitrario

2.- Se construye la matriz asociada al grafo, denominando a sus filas y columnas por las letras utilizadas en los diferentes nudos.

Cada elemento  $a_{ij}$  de la matriz representa al arco que tiene su origen en el nudo  $i$  (fila) y su destino en el nudo  $j$  (columna), tomando valor 1 si el arco existe y 0 si la actividad en cuestión es inexistente.

Una columna en la que todos sus elementos sean ceros, indica que al nudo que la representa no llega ninguna actividad, lo que quiere decir que es el nudo origen y, por tanto, el primero a numerar.

3.- Se suprime de la matriz la fila y columna correspondiente al nudo recién numerado. En la matriz resultante se busca una columna en la que todos sus elementos sean nulos, siendo ésta la correspondiente al siguiente nudo a numerar.

4.- Este procedimiento se irá repitiendo hasta la total numeración del grafo.



# 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

## D/ Duración del proyecto y camino crítico.

**Duración del proyecto**



Viene dada por la diferencia entre las fechas más tempranas (o entre las más tardías) de los nudos final e inicial

**TIEMPOS EARLY (O MÁS TEMPRANOS)  $E_i$** : Tiempos mínimos en que se puede iniciar una actividad estando concluidas las actividades precedentes

**TIEMPOS LAST (O MÁS TARDÍOS)  $L_i$** : Tiempos más tardíos en que se puede iniciar cada actividad sin retrasar la finalización del proyecto

$$E_1 = 0$$

$$E_j = \max_{ij \in U_j} (E_i + t_{ij})$$

$$L_n = E_n$$

$$L_i = \min_{ij \in U_j} (L_j - t_{ij})$$



4 Técnicas de planificación y control de proyectos

**Camino crítico**

Es el formado por aquellas actividades que impiden que el proyecto termine antes de la fecha indicada.

**CÁLCULO**

1. Obtención de las holguras totales de las distintas actividades

2. Identificación del camino crítico sabiendo que está formado por todas las actividades cuya holgura total sea cero

$$H_{Tij} = L_j - E_i - t_{ij}$$

**OBSERVACIONES**

**INTERPRETACIÓN**

Son las posibles variaciones que pueden darse en la duración de ciertas tareas, o en el momento de su inicio o de su terminación, sin que afecte a la duración total del proyecto

- Puede haber más de un camino crítico
- Para que una tarea sea crítica, no es suficiente que esté situada entre nudos críticos ( $E_i = L_i$ )

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### PERT TIEMPOS ALEATORIOS

#### A/ Introducción.

Hasta ahora hemos venido suponiendo que las duraciones de las tareas eran deterministas, o sea, conocidas con certeza.



**¿Qué ocurre si las consideramos como variables aleatorias?**

- 1.- Optaremos por tomar un valor representativo de cada duración, generalmente su media.
- 2.- Las fechas así obtenidas para las distintas etapas y, en particular, para la duración del proyecto, encierran un riesgo de error que será conveniente medir. Utilizaremos la varianza de la distribución aleatoria a la que responde la duración del proyecto completo, la cual se obtiene a partir de las actividades que componen el (los) camino(s) crítico(s).

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### B/ Duración de las actividades.

**HIPÓTESIS DE PARTIDA:** Las duraciones de las diferentes tareas se comportan como una variable aleatoria de distribución Beta ( $\beta$ )



### CARACTERIZACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN BETA

**MEDIA**

$$te_t = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$$

**VARIANZA**

$$\sigma_t^2 = \left( \frac{t_p - t_o}{6} \right)^2$$

- **Tiempo pesimista** ( $t_p$ ): duración de la actividad si aparecen problemas en su realización. Se considera que solo existe una reducida probabilidad (1%) de que la actividad se demore más tiempo.
- **Tiempo normal o más probable** ( $t_m$ ): duración de la actividad en circunstancias normales de realización.
- **Tiempo optimista** ( $t_o$ ): duración de la actividad en circunstancias excepcionalmente favorables. Se considera que solo existe una reducida probabilidad (1%) de que la actividad se pueda terminar en menos tiempo.

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### C/ Duración del proyecto.

**HIPÓTESIS DE PARTIDA:** Suponemos independientes las duraciones de las diferentes tareas y que el número de actividades que componen el camino crítico es elevado



### APLICACIÓN DEL TEOREMA CENTRAL DEL LÍMITE

La duración del proyecto se distribuirá según una distribución normal cualquiera que sea la distribución aleatoria de las variables sumandos, cuya media será la suma de las medias de las diferentes actividades que componen el camino crítico y su varianza la suma de las varianzas de las mismas.

$$Te_p = \sum te_t$$

MEDIA

$$\sigma_p^2 = \sum \sigma_t^2$$

VARIANZA

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

En el caso de que existan varios caminos críticos, el valor de la media obtenida será el mismo, pero no así el de las varianzas de cada uno de ellos, por lo que se suele optar por utilizar la que tenga un mayor valor, ya que sería la que encerrase un mayor riesgo



**APLICACIÓN**

Se podrá conocer la probabilidad de realizar el proyecto en una fecha o plazo determinado o bien la duración que implica una cierta probabilidad de cumplimiento

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### D/ Tipificación de una variable.

Si se tiene una curva normal  $N(\mu, \sigma)$  y se quiere hallar las probabilidades a partir de las tablas de la normal estándar  $N(0,1)$  es preciso realizar un cambio de variable (tipificación):

$$t = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$P(X \leq x) = P(t \leq (x - \mu)/\sigma)$$

Ejemplo: Sea la curva normal  $N(100,10)$ , se desea hallar la probabilidad de que  $x$  tome un valor entre 90 y 110 :  $P(90 \leq X \leq 110)$

$$t_1 = (90 - 100)/10 = -1$$

$$t_2 = (110 - 100)/10 = 1$$

**VALORES TIPIFICADOS**

Se busca en la tabla  $N(0,1)$   $P(-1 \leq t \leq 1) = P(t \leq 1) - P(t \leq -1) = P(t \leq 1) - [1 - P(t \leq 1)] = 0,8413 + 0,8413 - 1 = 0,6826$  y en porcentaje 68,26%

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### PERT COSTE



#### A/ Los costes del proyecto.

##### 1.- COSTES DIRECTOS

- Proviene de factores directamente imputables a cada tarea (materias primas utilizadas, horas-máquinas, etc.)
- Están relacionados inversamente con la duración de la actividad, por lo que serán mayores cuanto más tiempo se ahorre

##### 2.- COSTES INDIRECTOS

- No corresponden de forma clara y exclusiva a una sola actividad sino que se refieren a la ejecución total del proyecto (gastos generales, supervisión, etc.)
- Están relacionados de manera directa con la duración del proyecto, por lo que serán menores cuanto más tiempo se ahorre

**El coste total de ejecución del proyecto** será la suma del coste directo de cada actividad y del coste indirecto de todo el proyecto

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### B/ Tiempos y costes de las actividades.

1. **Tiempo normal o duración normal de realización ( $T_N$ ):** Es el tiempo considerado aceptable para su realización

1. **Coste normal ( $C_N$ ):** Es el que corresponde a una duración normal de ejecución de esa tarea

2. **Tiempo extremo o duración record de realización ( $T_R$ ):** Es el tiempo mínimo necesario para realizar una actividad

2. **Coste extremo o record ( $C_R$ ):** Es el máximo posible imputable por realizar la actividad

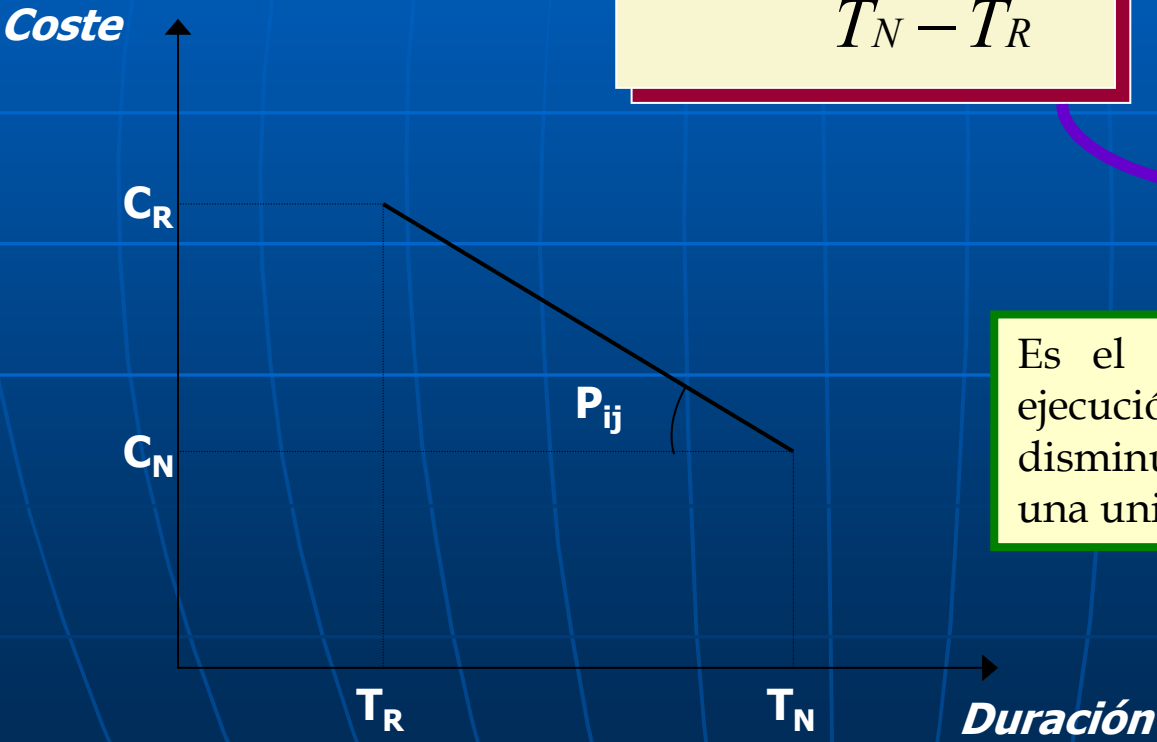


4 Técnicas de planificación y control de proyectos

RELACIÓN TIEMPO-COSTE

$$P_{ij} = \frac{C_R - C_N}{T_N - T_R}$$

PENDIENTE DE COSTE DE LA ACTIVIDAD (I, J)



Es el incremento en el coste de ejecución de la actividad al disminuir la duración de la misma una unidad de tiempo

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

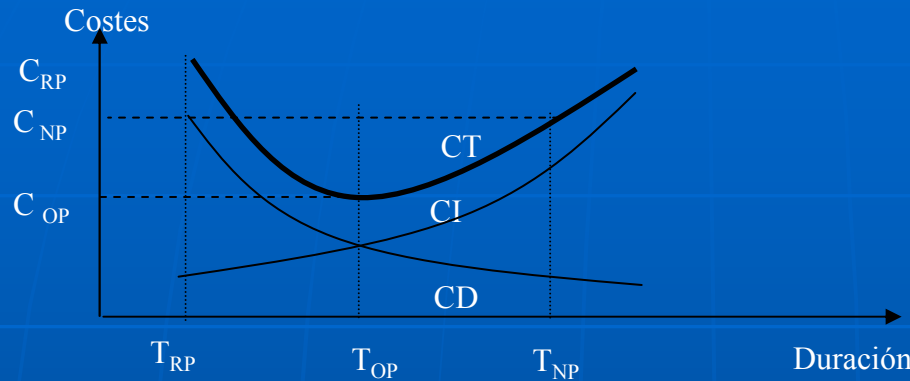
**OBJETIVO:** Se trata de acortar la duración de un proyecto provocando el mínimo incremento de coste



### PLANTEAMIENTO

- Partiendo de una situación en que todas las tareas estén en duración normal ( $T_{NP}$ ) y siguiendo un procedimiento adecuado, se podrá reducir la duración de un proyecto hasta que un camino crítico tenga todas sus actividades en duración record, instante a partir del cual sería inútil cualquier intento de acortamiento.
- Se puede decir entonces que dicho camino crítico está bloqueado y que el proyecto se encuentra en un punto record ( $T_{RP}$ ).
- El coste normal del proyecto ( $C_{NP}$ ), es igual a la suma de los costes normales de todas sus tareas, y el coste record del proyecto ( $C_{RP}$ ) será igual a  $C_{NP}$  más los incrementos de coste producidos por la reducción de las duraciones de las tareas críticas que nos han llevado a  $T_{RP}$ .
- El resultado es una curva de costes totales (suma de costes directos e indirectos) cuyo mínimo señala la hipotética duración óptima del proyecto ( $T_{OP}$ ).

4 Técnicas de planificación y control de proyectos



**Se trata de calcular:**

- 1.- La duración de mínimo coste o duración óptima
- 2.- La duración mínima o record y su coste asociado



**PROCEDIMIENTO**

*Algoritmo de Ackoff-Sasieni*

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

### C/ Algoritmo de Ackoff-Sasieni.

1. Construir una matriz cuyas filas representen todos los caminos existentes desde el nudo inicial hasta el nudo final del grafo, y cuyas columnas sean las diferentes actividades que componen el proyecto

Cada elemento  $(r,s)$  de la matriz representará la pendiente de coste de la tarea  $s$ , siempre que dicha actividad pertenezca al camino  $r$ . En caso contrario, la casilla aparecerá vacía

2. Ampliar la matriz con una columna cuyos elementos representan la duración de los respectivos caminos existentes en el grafo, y con una fila que indicará la diferencia entre la duración normal y la duración record de cada actividad

Dicha diferencia expresa el tiempo máximo en que puede reducirse el tiempo de ejecución de una actividad y nos referiremos a ella como el tiempo de acortamiento de la duración de la actividad (TA)

## 4 Técnicas de planificación y control de proyectos

3. Seleccionar la actividad de menor pendiente en cada uno de los caminos críticos del proyecto y reduciremos la duración de dicha actividad en el menor de los siguientes valores:

- El tiempo de acortamiento de la actividad ( $TA = T_N - T_R$ )
- La diferencia entre la duración del camino crítico y la duración del primer camino subcrítico, siendo éste el de duración inmediatamente inferior al camino crítico

4. Calcular el incremento en el coste de ejecución derivado de la reducción en la duración de la actividad, y ampliaremos la matriz con una nueva columna que señale las nuevas duraciones de cada uno de los caminos del grafo y una nueva fila con los nuevos tiempos de acortamiento

5. El algoritmo convergerá cuando uno de los caminos críticos tenga todas sus actividades en tiempo record