

TEMA 5: PLANIFICACIÓN DE UN PROYECTO INFORMÁTICO.

(se ha realizado un resumen del tema 3 del libro de proyectos , incluyendo también las fotocopias del Pressman y lo dicho en clase)

El proceso de gestión de un proyecto de software comienza con un conjunto de actividades que, globalmente ,se denominan *planificación del proyecto*.

"No podemos pedir exactitud a la fase de planificación, es solo una idea de cómo van a transcurrir las cosas. Hay que planificar el trabajo, los recursos humanos y la tecnología. Planificar es estimar."

La primera de estas actividades es la *estimación*.

OBSERVACIONES SOBRE LA ESTIMACIÓN

ESTIMAR ES:

Es la base de todas las demás actividades de planificación del proyecto y sirve como guía para una buena ingeniería del software.

Echar un vistazo al futuro y aceptar cierto grado de incertidumbre.

"Es aplicar el sentido común y el conocimiento a un determinado problema."

No debe llevarse a cabo de forma descuidada.

"En informática ,no podemos fiarnos de la intuición, una buena planificación acaba permitiendo abordar un proyecto y ayuda al proceso de refinamiento."

La estimación de recursos, costes y planificación temporal de un proyecto requiere experiencia, una buena información histórica y confiar en medidas cuantitativas cuando todo lo que conocemos son datos cualitativos.

La estimación conlleva un riesgo que lleva a la incertidumbre.

-La complejidad del proyecto tiene un gran efecto en la incertidumbre, presente en toda planificación y , es una medida relativa que se ve afectada por la familiaridad con esfuerzos anteriores (experiencia adquirida en proyectos anteriores).

-El tamaño del proyecto es otro factor importante que puede afectar a la precisión de las estimaciones. Conforme aumenta el tamaño ,crece rápidamente la interdependencia entre varios elementos del software.

El grado de incertidumbre en la especificación de requisitos tiene efecto en el riesgo de la estimación.

La disponibilidad de información histórica también determina el riesgo de la estimación.

El riesgo se mide por el grado de incertidumbre en las estimaciones cuantitativas establecidas por los **recursos ,coste y planificación temporal**. Si no se entiende bien el ámbito del proyecto o los requisitos del proyecto están sujetos a cambios, la incertidumbre y el riesgo son peligrosamente altos.

El planificador del software debería solicitar definiciones completas de rendimiento y de interfaz dentro de una especificación del sistema. El planificador y el cliente deben tener presente que cualquier cambio en los requisitos del software significa inestabilidad en el coste y en la planificación temporal.

OBJETIVO DE LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO :

Es proporcionar un marco de trabajo que permita al gestor del proyecto hacer estimaciones razonables de recursos, coste y planificación temporal.

Las estimaciones se hacen dentro de un tiempo limitado al comienzo de un proyecto software, y deberían actualizarse con el progreso de este. Además, se deben definir escenarios del mejor y del peor caso para limitar los resultados del proyecto.

ACTIVIDADES DE LA PLANIFICACIÓN DE UN PROYECTO SW

1ª) ESTABLECER EL AMBITO DEL SOFTWARE:

Describe la función, el rendimiento, las restricciones, las interfaces y la fiabilidad.

- se evalúan las funciones descritas en el enunciado del ámbito o se refinan
- las consideraciones de rendimiento abarcan los requisitos de tiempos de respuesta y de procesamiento.
- las restricciones marcan los límites del software debidos al hardware externo ,la memoria disponible y otros sistemas existentes.

→Para la obtención de la información necesaria para el ámbito, o sea para acercar al cliente y al desarrollador (ingeniero del software, analista) , y para hacer que comience el proceso de comunicación es establecer una reunión o entrevista preliminar.

Se sugiere que el analista comience haciendo preguntas de que lleven a un entendimiento básico del problema.

- El primer conjunto de cuestiones se centran *en el cliente, en los objetivos globales y en los beneficios*.
- El siguiente conjunto de cuestiones permiten que el analista comprenda mejor el problema y que el cliente exprese sus percepciones sobre una solución.

- La última serie de preguntas se centra en la efectividad de la reunión, son conocidas como *Meta-Cuestiones*:
 - ¿ es usted la persona apropiada para responder a estas preguntas? ¿son oficiales sus respuestas?
 - ¿son relevantes mis preguntas para su problema?
 - ¿hago muchas preguntas?
 - ¿existe alguien más que pueda proporcionar más información?
 - ¿hay algo más que deba preguntarle?

Esta sesión de preguntas-y-respuestas solo se debería utilizar en el primer encuentro, reemplazándose posteriormente por un tipo de reunión que combine elementos de resolución de problemas, negociación y especificación.

EJEMPLO DE ÁMBITO: SCCT (Sistema de clasificación de cinta transportadora)

SCCT clasifica las cajas que se mueven por una cinta transportadora (la cinta se mueve a 5 pies por minuto).

Cada caja esta identificada por un código de barras(nº de pieza) y se clasifica en uno de los 6 compartimentos que hay al final de la cinta. Las cajas pasan en orden aleatorio y están espaciadas entre sí uniformemente.

Existe una estación de clasificación (un PC y un lector de código de barras), por donde pasan las cajas, que conectado a un mecanismo de maniobra, clasifica las cajas en los compartimentos.

El sw del SCCT deberá recibir información de un lector de código de barras a intervalos de tiempo en función de la velocidad de la cinta.

El código será decodificado al formato de identificación de caja.

Se realizará una inspección en la base de datos para determinar el compartimento al que irá a parar la caja que este en ese momento en el lector.

La posición correcta del compartimento se pasará al mecanismo de maniobra que sitúa la caja en el lugar adecuado.

Se recibirá la entrada de un tacómetro de pulsos para sincronizar la señal de control de l mecanismo de maniobra.

El planificador del proyecto examina la especificación del ámbito y se extraen las funciones importantes .DESCOMPOSICIÓN=

Lectura del código de barras.

Lectura del tacómetro.

Decodificación de los datos.

Búsqueda en la BD.

Determinar la posición del compartimento.

Generar la señal de control para el mecanismo de maniobra.

"Se ha descrito el problema en términos literarios y me ha llevado a una descomposición de los problemas clave a abordar para entender el proyecto que estamos tratando de planificar."

El rendimiento está determinado por la velocidad de la cinta

El sw del SCCT está limitado por el hw al que tiene que acceder (lector código, mec. Maniobra, PC, memoria disponible y configuración global de la cinta).

→La función , el rendimiento y las restricciones se evalúan a la vez, están íntimamente relacionadas. Una misma función puede producir una diferencia de un orden de magnitud en el esfuerzo de desarrollo cuando se considera en un contexto con diferentes límites de rendimiento.

EJEMPLO:

En el SCCT, si la velocidad media de la cinta aumentara en un factor de 10 (rendimiento) y las cajas no estuvieran uniformemente espaciadas, el sw podría ser mucho más complejo (+ esfuerzo de desarrollo).

→El sw interactúa con otros elementos del sistema. El planificador tiene en cuenta la complejidad y naturaleza de cada interfaz para determinar cualquier efecto sobre los recursos, los costes y la planificación temporal del desarrollo. Debe comprenderse la información que se transfiere a través de la interfaz.

→La fiabilidad es el aspecto menos preciso del ámbito del sw. Pues aunque existen medidas de fiabilidad del sw, en esta etapa rara vez se utilizarán.

→Si se ha realizada correctamente la especificación del sistema, casi toda la información necesaria para la descripción del ámbito del sw estará disponible y bien documentada antes de que comience la planificación del proyecto.

→La comunicación con el cliente lleva a una definición de datos, funciones, y comportamiento a implementarse, y de información sobre el rendimiento y limitaciones que delimitan el sistema.

2ª) ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS REQUERIDOS

La segunda tarea en la planificación, es la estimación de los recursos requeridos para acometer el esfuerzo de desarrollo software.

- Personas, recursos humanos
- Componentes de software reutilizables (componentes ya desarrollados o experimentados), que reducen el coste de desarrollo y aceleran la entrega.
- Componentes nuevos
- Recursos de ingeniería de software y de hardware.

Cada recurso se especifica con 4 características: descripción del recurso, informe de disponibilidad, fecha en la que se requiere, y tiempo durante el que será utilizado.

ESTIMACIÓN DEL PROYECTO DE SOFTWARE:

La estimación del coste y del esfuerzo del software no es una ciencia exacta, son demasiadas las variables- humanas, técnicas , de entorno, políticas- que pueden afectar al coste final del software y al esfuerzo aplicado para desarrollarlo.

Para estimaciones seguras de costes y esfuerzos tenemos varias opciones posibles:

- dejar la estimación para cuando se ha acabado el proyecto, pero esto no es práctico pues las estimaciones de los costes han de ser a priori.
- basarse en proyectos similares ya terminados, no fiable.
- usar **técnicas de descomposición** (divide_y_vencerás).
- modelo empírico para el cálculo de costes y esfuerzos del software.

Las dos últimas opciones son métodos viables para la estimación del proyecto software, incluso pueden aplicarse conjuntamente.

Técnicas de Descomposición:

La estimación de proyectos software es una forma de resolución de problemas, pero el problema puede ser demasiado complejo para resolverlo como un todo, por lo que descomponemos el problema en pequeños problemas.

* **Tamaño del software:** en el contexto de la planificación de proyectos, el tamaño se refiere a una producción cuantificable del proyecto software. Si se selecciona un enfoque directo, el tamaño se puede medir en LDC(líneas de código). Si se selecciona un enfoque indirecto, el tamaño se representa en PF(puntos de función).

Estimación basada en el problema:

"El software es inmedible , pero hay que planificarlo para ponerle precio". La unidad básica es persona-mes (pm)".

Las LDC y los PF son medidas que calculan métricas de productividad.

Las estimaciones de LDC y PF son técnicas de estimación distintas. El planificador del proyecto comienza con un enfoque limitado para el ámbito del software e intenta descomponer el software en funciones que se pueden estimar individualmente. Para cada función se estima las LDC y el PF(la variable de estimación).

Los datos de LDC y PF se usan de dos formas durante la estimación:

- como una variable de estimación utilizada para dimensionar cada elemento del software.
- como métricas de línea base aplicadas para la variable de estimación adecuada y se extrae el coste o el esfuerzo de la función.(p.ej:LDC/pm o PF/pm, pm=persona-mes).

En general, el dominio del proyecto debería calcular las medias de LDC/pm o PF/pm. Es decir, los proyectos se deberían agrupar por tamaño de equipo, área de aplicación, complejidad y otros parámetros relevantes. Entonces se deberían calcular las medias del dominio local.

Cuando se utiliza LDC como variable de estimación, la descomposición es absolutamente esencial y a menudo se toman para considerables niveles de detalle. A más particiones, más exactitud en la estimación. (ejemplo en hojas, para nota)

Para estimaciones de PF, la descomposición no se centra en la función, se estiman cada una de las características del dominio de información - entradas, salidas, archivos de datos, peticiones, e interfaces externas. Las estimaciones que resultan se usan para derivar un valor de PF que se pueda unir a datos pasados y utilizar para generar una estimación.(ejemplo en hojas)

Ejemplos de estimación basados en LDC y PF en fotocopias (para nota).

Estimación basada en el proceso:

El proceso se descompone en un conjunto de actividades o tareas, y en el esfuerzo requerido para llevar a cabo la estimación de cada tarea.

Esta estimación comienza con una delineación de las funciones del software que hemos obtenido del ámbito del proyecto. Para cada función se llevan a cabo una serie de actividades del proceso de software, el planificador estimará el esfuerzo (persona - mes)para cada una de ellas. Los índices de trabajo medios (esfuerzo coste/unidad) se aplican al esfuerzo estimado a cada actividad. Por último, se calculan los costes y el esfuerzo de cada función , y la actividad del proceso de software.

(No se da ningún ejemplo de esta estimación)

Modelo de COCOMO

Jerarquía de modelos de estimación de software. Los modelos de esta jerarquía son :

→El modelo básico calcula el esfuerzo y coste en función del tamaño del programa, expresado en LDC.

→El modelo intermedio calcula el esfuerzo en función del tamaño del programa y de un conjunto de "conductores de costes" o atributos ,que incluyen la evaluación subjetiva del producto, del hardware, del personal, t de los atributos del proyecto.

→El modelo avanzado que incorpora las características del m.intermedio y evalúa el impacto de los conductores de coste en cada fase (análisis,diseño,...)

Los modelos de COCOMO están *definidos para tres tipos de proyectos sw*:

- *Modo orgánico* :proyectos sw sencillos y pequeños,sobre los que trabajan equipos pequeños con buena experiencia sobre un conjunto poco rígido de requisitos.
- *Modo semiacoplado* : proy. sw de tamaño y complejidad intermedia, en los que equipos con variados niveles de experiencia deben satisfacer requisitos poco o medio rígidos.
- *Modo empotrado*: deben ser desarrollados en un conjunto de hw, sw y restricciones operativas muy restringido.

Modelo de COCOMO. Valores de los coeficientes según el modelo

	a_b	b_b	c_b	d_b
orgánico	2.4	1.05	2.5	0.38
semiacoplado	3.0	1.12	2.5	0.35
empotrado	3.6	1.20	2.5	0.32

Las ecuaciones del COCOMO básico son las siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo en personas-mes} &\rightarrow E = a_b \frac{KLDC}{d_b} && (KLDC=n^\circ \text{ estimado de miles de lines de código}) \\ \text{Tiempo de desarrollo en meses} &\rightarrow D = c_b E \\ \text{Duración del proyecto} & \end{aligned}$$

La ecuación del modelo COCOMO intermedio es:

$$\begin{aligned} E &= a_b \frac{KLDC}{d_b} \times FAE \quad (FAE \text{ es factor de ajuste del esfuerzo con valores típicos entre } 0.9 \text{ y } 1.4) \\ D &= c_b E \end{aligned}$$

Podemos recomendar un número N de personas para el proyecto como:

$$N = E / D$$

ESTIMACIÓN DEL COSTE Y PRECIO DEL PROYECTO:
(libro, tema 3 apartado 3)

Criterios:

- * Análisis del trabajo a realizar:
 - analizar detalladamente el trabajo a realizar
 - pre-asignar recursos de personal, materiales y temporales a la ejecución de cada tarea.
 - formalizar los requisitos previos y los resultados a obtener de cada tarea.
 - asignar un responsable a cada tarea.

Dibujar el *árbol de actividades* que describa la estructura de las actividades, conceptualmente distintas, a abordar dentro del proyecto a realizar.

- * Estructura de paquetes de trabajo: Convertir el flujo de actividades en un *árbol de paquetes de trabajo*, donde un paquete de trabajo consiste en agrupar las actividades en grandes bloques separando aquellas distintas conceptualmente e independientes entre sí.

Para que un conjunto de actividades forme parte de un paquete de trabajo deben ser: sencillas, completas, deben estar asignadas a un responsable único y deben tener entradas y salidas identificadas y concretas.

Todo proyecto debería incluir un paquete de gestión del que dependan los demás paquetes de trabajo del proyecto. En el paquete de gestión se resuelven todas las actividades propias tanto de la dirección como de la gestión. La gestión de un proyecto suele consumir entre un 5% y un 15% del presupuesto global del mismo.

Descripción de los paquetes de trabajo: describiremos el alcance, contenido y particularidades de cada uno. Incluye información sobre: proyecto al que pertenece, nº y título del paquete, responsable, descripción del alcance y objetivos del paquete, fecha de comienzo y final, entradas y salidas, tareas que componen el paquete, restricciones, requisitos, otras actividades.

Sirve para estructurar el análisis del trabajo a realizar y para detectar si existe alguna inconsistencia. También sirve para valorar el esfuerzo y estimar el coste.

- * Esfuerzo requerido: para dimensionar el esfuerzo conviene clasificar el mismo según las distintas categorías profesionales. También deberemos valorar el esfuerzo teniendo en cuenta las heterogeneidades del equipo de trabajo (no todos rinden igual).
 - el nº total de horas debe ser consistente con el equipo de trabajo y con la duración del proyecto.

- la distribución de la carga de trabajo entre categorías tiene que ser consistente con el tipo y alcance del proyecto.
- proporción de esfuerzo entre paquetes de trabajo

En informática podemos ver las siguientes categorías profesionales =

<u>Directivos</u>	director general , de recursos humanos, ... Sueldo:17-18 Millones de ptas brutos
<u>Ingeniero Senior</u>	+5 años experiencia Sueldo:6 Millones de ptas brutos
<u>Ingeniero Junior</u>	-4 años de experiencia Sueldo:4 Millones de ptas brutos
<u>Técnicos</u>	ingenieros técnicos, becarios Sueldo:3 Millones
<u>Personal auxiliar</u>	ofimática Sueldo:2 - 2.5 Millones

Además de estas categorías toda empresa suele tener un consultor externo , que son personas especializadas que bien por la cantidad de trabajo o por su sueldo no tiene sentido mantener en plantilla. Su sueldo suele ser de 10 - 11 Millones de ptas.

- * Otros costes y gastos: los clasificaremos en tres partidas
 - Subcontrataciones: costes de personal ajeno a la empresa, pero que interviene, bajo nuestra responsabilidad ante el cliente, en el proyecto. Son consultores externos o personal de otras empresas a los que se subcontrata actividades concretas.

Dos modalidades de subcontratación: un volumen de trabajo determinado a un precio fijo , o bien , un trabajo concreto a un precio por hora.

A la hora de subcontratar trabajos hay que :

- Definir exhaustivamente el alcance de los trabajos a subcontratar.
- Identificar las responsabilidades del contratista.
- Prever alguna solución en caso de incumplimiento por parte del subcontratista para evitar que provoque un aquebra técnica o económica del proyecto.
- Prever y valorar costes de interfaz con nuestro subcontratista (tener en cuenta el tiempo que se pierde transfiriendo información al subcontratista, revisando sus contribuciones...)
- Costes internos: costes de consumibles, servicios informáticos...
- Otros: material y equipo, viajes y estancias,

* Presupuesto y precio de venta del proyecto: el presupuesto fija el precio de venta al cliente, desglosado por conceptos , para ello calcula =

- el coste del personal en función del nº de horas de trabajo estimadas anteriormente
- los gastos previstos
- el margen de beneficio

El coste horario del personal dependerá de su categoría

Los coeficientes de costes de personal, correspondientes a los costes generales, tales como infraestructura del local, teléfono, personal auxiliar, gastos administrativos... , varían mucho entre empresas y dentro de una misma empresa, entre departamentos, secciones..

Las contingencias sobre gastos, que incluyen reservas para partidas no previstas en un principio, suelen aparecer en todo proyecto, se han de tener en cuenta. Si , parte de las contingencias , al final del proyecto, no se han consumido se incorporan al beneficio del proyecto.

A los costes de personal se añaden los demás costes y gastos(del punto anterior). Finalmente, se le añade al coste global del proyecto el margen previsto para el mismo. Este margen puede calcularse como:

- a priori, cuando no se conoce el precio que el cliente está dispuesto a pagar, se calcula como un porcentaje sobre el propio coste
- o bien ,se calcula como la cantidad restante para alcanzar el precio de venta buscado.

(ver formato ejemplo de cómo evaluar el presupuesto de un proyecto, en el libro)

PLANIFICACIÓN TEMPORAL DEL PROYECTO. **(libro, tema 3 apartado 4)**

Una vez definidas y descritas las actividades, es preciso analizar cuánto va a durar la ejecución de cada una de ellas, y sobre todo en qué orden se van a abordar. La duración de cada actividad vendrá dada por múltiples factores como, la complejidad, el esfuerzo requerido, las personas disponibles, el tiempo del que dispongamos...

El orden de ejecución tiene en cuenta otra serie de factores como:

- el hecho de que algunas tareas necesiten resultados de otras que deberán comenzar antes.
- para realizar algunas actividades se necesitarán recursos que hayan de ser compartidos con otras actividades.
- para abaratar costes deberán ejecutarse unas tareas después de otras.

La *planificación* estructura las tareas a realizar dentro del proyecto, definiendo la duración y el orden de ejecución de las mismas.

NOTA: La *programación* transforma el plan del proyecto en un calendario real, con recursos, costes, carga de trabajo.. La programación del proyecto es distinta a la planificación.

TÉCNICAS DE PLANIFICACIÓN:

Existen múltiples opciones → (ejemplos de las técnicas en apartado 4 del tema3 del libro)

→ *DIAGRAMA DE GANTT:*

Diagrama bi-dimensional , en el que en el eje vertical se representan las actividades y en el horizontal el tiempo. Las actividades se representan como una barra horizontal, cuyo extremo izquierdo representa la flecha de comienzo de dicha actividad, viniendo la duración indicada por su longitud.

Gantt no proporciona información sobre la secuencia + óptima de actividades(pues debe escogerse manualmente), ni sobre el plazo mínimo de ejecución de un determinado proyecto. Tampoco permite identificar cuál es el efecto de un retraso en la finalización de alguna actividad sobre la fecha de finalización del proyecto completo.

(Ejemplos en el libro de proyectos)

→ *TÉCNICAS DE PERT: (Project Evaluation Review Technique)*

Sus objetivos son:

- determinar las actividades necesarias.
- buscar plazo mínimo de ejecución del proyecto.

- buscar ligaduras temporales entre actividades.
- identificar actividades críticas, aquellas cuyo retraso supone el retraso del proyecto completo.
- identificar el camino crítico, aquel formado por la secuencia de actividades críticas
- detectar y cuantificar las holguras (temporales y económicas) de las tareas no críticas, o sea, el tiempo que tarden en retrasarse en su comienzo y finalización sin que el proyecto se vea retrasado.

Para representar las actividades y las dependencias temporales entre ellas se usan grafos dirigidos, donde cada flecha representa la actividad (identificada por su nombre y duración, de tal forma que transforman el estado de un proyecto en otro) y cada nodo entre 2 o + flechas representa un suceso o hito (estado del proyecto).

En el grafo sólo existe un suceso inicial y uno final.

Si una serie de tareas se puede realizar en paralelo se hará, en cambio otras no podrán avanzar hasta que se finalicen las anteriores.

Nuestro objetivo es tratar de obtener el tiempo mínimo o recorrido mínimo

Una vez conocido el grafo, calcularemos el MIC o fecha mínima de comienzo de una actividad, para cada suceso del grafo:

El MIC coincide con la fecha mínima de comienzo del suceso del que parte.

El MIC de un suceso se calcula como el máximo de la de la duración de cada actividad que le llega, más el MIC del suceso anterior.

Ahora calculamos el MAC o fecha máxima de comienzo de actividad, para cada suceso.

El MAC es la máxima fecha en la podrían cumplirse los sucesos, sin suponer un retraso en la finalización del proyecto.

Para calcularlo se parte del grafo en sentido inverso, empezando de izquierda derecha, desde el suceso final hasta el inicial, y:

-en el suceso final el MIC y el MAC coinciden, no se retrasa el final del proyecto

-para cada nodo a la izquierda (también el inicial):

-tomar las tareas que empiezan en ese nodo

-para cada tarea anterior, calcula el valor diferencia entre el MAC del suceso al que lleva la tarea, menos la duración de esta tarea.

-el MAC del suceso será, el mínimo valor de las diferencias obtenidas antes

Si son correctos los valores obtenidos el MAC del suceso inicial coincide con su MIC y vale cero.

Luego solo nos queda identificar el camino crítico, que es el formado por las actividades críticas, que son aquellas que no admiten retrasos en su ejecución sin que el proyecto sufra también un retraso.

El camino crítico lo formarán aquellas actividades enlazadas cuyo MIC es igual a su MAC.

Para calcular la holgura asociada a cada actividad $K(i,j)$, que transcurre entre los sucesos i y j , aplico la siguiente fórmula:

$$H (K(i,j)) = MAC_j - MIC_i - Duración_{k(i,j)}$$

La holgura es el margen de maniobra temporal que puede añadirse a la duración de una o varias actividades sin que el proyecto sufra retraso.

(Ejemplos en el libro de proyectos)

EJERCICIO: Proceso de preparación de un avión (en el libro de proyectos, tema 3, "Lectura. Air Dios Mío y su programa de optimización de vuelos)

	DURACIÓN
Tarea A: comprobación técnica del avión	30 minutos
Tarea B: limpiar el aparato	40
Tarea C: cargar combustible	15
Tarea D: comprobar el motor	4
Tarea E: tiempo para conceder permiso de rodadura	6
Tarea F: facturación equipaje	90
Tarea G: carga y descarga de equipaje	20
Tarea H: embarque pasaje	30
Tarea I: embarque tripulación	12
Tarea J: recogida de tripulación	60
Tarea K: recogida de plan de vuelo	10
Tarea L: embarque del catering	8
Tarea M: tiempo de rodadura hasta cabeza de pista	4

Analizadas las restricciones:

- √ $F < H < D$
- √ $F < G < D$
- √ $B < C$
- √ $A < C < D$
- √ $J < K < I < H$
- $D < E < M$
- $B < L < H$

Dibujó el grafo de PERT del proyecto (figura 3.13, libro). Y sobre él:

Calculo el MIC y el MAC

Luego calcularé el camino crítico

Dibujó el Diagrama de Gantt, o secuencia de actividades del proceso de preparación del avión (figura 3.14, libro)

PLAN FINANCIERO DEL PROYECTO (libro , tema 3 apartado 5)

Realizada la planificación temporal , se debe tener ya una idea clara de cuál es la previsión temporal de costes y gastos, así como de los ingresos.

El **plan financiero del proyecto** se ocupa del análisis de ingresos y gastos asociados a un proyecto, desde el punto de vista del instante en que se producen.

Su misión es detectar situaciones financieras inadecuadas.

Evalúa el rendimiento del proyecto en el tiempo.

De los datos básicos del proyecto, costes, gastos y beneficios, obtenemos el presupuesto del proyecto que, al compararlo con el precio de venta, permite determinar el margen económico del proyecto.

Por lo general la empresa suele arriesgar capital y esfuerzo, pues rara vez se cobra el precio de venta al comenzar a trabajar. Por lo que el diferencial entre los ingresos y la suma de los gastos y de costes, el llamado **flujo de caja** suele ser negativo durante toda la vida del proyecto y hasta el final del mismo.

Los *flujos de caja negativos* hacen que la empresa financie, todo o en parte, el trabajo a realizar. Minoran sólo ligeramente el margen económico del proyecto.

En determinadas circunstancias los costes financieros pueden reducir el margen.

Para estimar financieramente el resultado del proyecto , se debe contar con **el tipo de interés aplicable**, del que se obtiene el VAN(valor actual neto) de un flujo monetario.

También, es interesante calcular la **tasa de rendimiento interno (TIR)** , que representa el margen comercial referido al tiempo para obtenerlo, y que se calcula como:

$$TIR = \frac{\text{Ingresos} - \text{Costes}}{\text{Costes} \times \text{Tiempo}} = \frac{\text{Margen}}{\text{Tiempo}}$$

TIR y el margen sólo coinciden cuando el tiempo es un año completo.

Otro dato de interés es el **beneficio del proyecto** , que se calcula como el margen menos los costes de oportunidad.

El plan financiero también tiene otras aplicaciones:

- determinar la carga de trabajo: n° de horas de esfuerzo (personas que hacen falta)
- determinar los flujos de caja y prever la liquidez
- evaluar las estrategias de paga que mejoren el rendimiento financiero
- comparar la evolución del proyecto con la prevista

LA DECISIÓN DESARROLLAR - COMPRAR.

→ *Hablando de decisiones no estrictamente técnicas.*

(fotocopias Pressman)

Los gestores de ingeniería del software deben tomar la decisión de desarrollar o comprar, pues puede suceder que resulte + rentable adquirir el sw que desarrollarlo. Puede pasar que:

- El sw se pueda adquirir ya desarrollado
- Se pueden adquirir componentes y modificarse-integrarse en nuestro sistema específico
- El sw sea construido de forma personalizada por una empresa externa cumpliendo las especificaciones del comprador

La decisión de desarrollar - comprar se basa en las siguientes condiciones:

¿La fecha de entrega del producto de sw será anterior que la del sw desarrollado internamente?

El coste de adquisición junto con el de personalización, ¿será menor que el coste de desarrollo interno del sw?

¿Será el coste del soporte externo (p.ej.: un contrato de mantenimiento) menor que el del soporte interno?

Podemos crear un **árbol de decisiones** que nos ayude en la decisión de desarrollar - comprar.

Dado un sistema X, estudio las posibilidades del árbol, y aplicando unos pesos (costes) a cada una, se decide qué es lo que más nos conviene. Se deben considerar muchos criterios, no sólo el coste, durante la toma de decisiones. La disponibilidad, la experiencia del desarrollador/vendedor/contratante, la conformidad con los requisitos, la política local, y la probabilidad de cambios son criterios que influyen en la decisión de construir, reutilizar o contratar.

- construcción total
- reutilización de componentes existentes
- sistema X → comprar un producto sw y adaptarlo a nuestras necesidades
- contratar el desarrollo del sw a un vendedor externo

EJEMPLO PRÁCTICO: Proyecto Flores del Sur (en libro proyectos , apartado 6 tema 3)

GLOSARIO (tres fotocopias con definiciones).